

EMPLEO DE PLAGUICIDAS EN EL SECTOR DEL CACAO

Guía Práctica – 4ª Edición, 2023

Roy Bateman (Dr) • Jayne Crozier (Dr)





Empleo de plaguicidas en el sector del cacao

Guía práctica para personal de formación, técnico y de investigación

1ª edición: agosto de 2008

2ª edición: finalizada en marzo de 2010

3ª edición: finalizada en agosto de 2015

4ª edición: finalizada en febrero de 2023

© RPB & JC 2008-2023

Publicado en línea por:

Organización Internacional del Cacao (ICCO)

Edificio ICCO

II - Plateaux ENA

Avenue Boga Doudou

Côte d'Ivoire

www.icco.org/SPS

Los autores expresan su profundo agradecimiento al Fondo Conjunto de Investigación Cacaotera (JRCF) y a la ICCO por su apoyo para esta cuarta edición del manual.



ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL
DEL CACAO





A principios de este siglo, tanto la Unión Europea (UE) como Japón modificaron y aplicaron su legislación en materia de Normas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF), respondiendo así ante la preocupación pública por la seguridad alimentaria. A partir del 1 de septiembre de 2008, la UE amplió las normas aplicadas a los cultivos internos para abarcar también los cultivos básicos importados, entre ellos el cacao. La primera edición de esta *Guía* tuvo como objetivo explicar a los productores cómo los plaguicidas utilizados en las explotaciones o en los almacenes podrían ser rastreados durante las evaluaciones de la calidad del cacao importado por la UE y por otros países. Sin duda, la atención se ha centrado, como consecuencia, en la producción de cultivos en general y en las prácticas de gestión de plagas en particular. Otros temas también han llamado la atención del público, entre los que destacan el empleo de mano de obra infantil en la producción y, sobre todo durante los últimos años, la inclusión del cacao en las listas de productos básicos relacionados con la deforestación.

Parece muy fácil permitir que los “plaguicidas” se conviertan en chivo expiatorio, cuando existen también otras amenazas medioambientales y sociales, como son las motosierras y la pobreza. Nos resulta fácil, por ejemplo, instar a los lectores a que prohíban la participación de los niños en la aplicación de los plaguicidas: algo que puede parecer obvio a los responsables políticos y sus electores en los países consumidores, pero menos obvio en las comunidades empobrecidas que son las que cultivan el cacao. Asimismo, los chocolates ecológicos se han hecho populares, pero cuando la producción de cacao es “ecológica por defecto”, sin insumos costosos y con una productividad muy baja (digamos <500 kg/ha.), el cultivo puede convertirse en un motor de la deforestación. En el momento de redactar esta 4ª edición, parece que los temas medioambientales van asumiendo mayor importancia, y que lo seguirán haciendo durante los próximos años. No entra dentro del ámbito de esta guía estudiar en detalle el cambio climático, salvo para sugerir que las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y el uso eficiente de la tierra, incluida la reforestación, pueden contribuir de forma significativa a mitigar las amenazas.

Los problemas provocados por las plagas de insectos y las enfermedades siguen limitando de forma notable la producción de cacao. Sin embargo, la normativa sobre plaguicidas (incluidos los procesos de revisión iniciados bajo las directivas 91/414/CEE y 396/2005/CE de la UE, seguidas de directivas posteriores) ha producido beneficios reales “sobre el terreno”. Lejos de ser el “desastre potencial para los cacao cultores” pronosticado por algunos, la retirada efectiva del mercado de algunos de los plaguicidas más peligrosos ha sido beneficiosa para la comunidad cacaotera y otras comunidades rurales. Entre los productos que se señalaron como causa grave de enfermedades figuran: los ciclodienos (alta toxicidad, elevada persistencia), los fungicidas mercuriales y muchos de los insecticidas organofosforados (OF) y carbamatos más peligrosos, que seguían utilizándose a principios de este siglo.

No obstante, el cacao – al igual que otros cultivos tropicales – sigue sufriendo los ataques de insectos, enfermedades y otras plagas que deben controlarse de forma eficaz y segura. El empleo de plaguicidas, y los residuos que pueden generar en los cultivos, es un tema que se puede “vigilar” y mitigar: a través de las normas MSF, los Límites Máximos de Residuos (LMR) y la aplicación de las BPA. Los informes sobre la presencia excesiva de residuos siguen suscitando cierta preocupación, pero los gestores de la cadena de suministro deben ser conscientes también de las preocupaciones y las limitaciones de los propios cacao cultores. Por ejemplo, ante el riesgo de podredumbre negra provocada por *Phytophthora megakarya* en las zonas más húmedas de África Central y Occidental, se aplican tratamientos justo antes de la recolección, dando lugar a niveles elevados de residuos en los granos de cacao. Desde el punto de vista del cacao cultor, las pérdidas potenciales de cosecha – superiores al 80% - justifican estas prácticas, que se consideran racionales, aunque costosas. Cuando la fumigación con plaguicidas se aplica mal, se selecciona mal o se programa mal, se crea una situación en la que todos pierden; por esta razón se abordan aquí tanto las técnicas de aplicación como los propios productos.

Últimamente, los defensores del medio ambiente parecen haberse centrado en temas tales como los insecticidas que dañan a los polinizadores, y los herbicidas (a veces pasando por alto los daños reales, por enfocar sólo las preocupaciones populares): pero ¿qué debería recomendarse, basándose en la evidencia disponible? Nuestro enfoque general es el Manejo Integrado de Plagas (MIP), pero ¿cuál es la mejor manera de aplicar y certificar las BPA? El propósito de este manual es el de explicar los conceptos y proporcionar una orientación práctica:

1. En los dos primeros capítulos, estudiamos el contexto más amplio del cacao y de las sociedades que lo cultivan, con el fin de definir mejor los términos “sostenibilidad” y “MIP”: al hacerlo, esperamos definir lo que el “pacto verde” y representaciones similares podrían significar en la práctica.
2. En **el capítulo 3** se resumen los sistemas más importantes de formulación de políticas y certificación. Los **capítulos 4 a 6** serán de especial interés para los formadores y profesionales que busquen más información de fondo sobre la ciencia de los plaguicidas, incluidas las cuestiones técnicas, sobre todo en relación con el cultivo del cacao.
3. Por último, proponemos una “hoja de ruta” para el establecimiento de buenas prácticas de manejo de plagas, de almacenamiento y de distribución del cacao a granel. En el **Capítulo 7 se** ofrece un resumen de las buenas prácticas agrícolas de cultivo, y en el **Capítulo 8** se estudian los problemas relacionados con el secado y el almacenamiento. En el **Capítulo 9** se formulan recomendaciones finales sobre el uso de plaguicidas, y en los **Apéndices** se incluyen diversos términos y listas de los principales plaguicidas.

Nuestro enfoque, al igual que en ediciones anteriores, pretende ofrecer: (a) una visión general concisa de las cuestiones técnicas, con “problemas y soluciones”; (b) un énfasis en aspectos prácticos; (c) una referencia específica a los compuestos que se utilizan o pueden utilizarse en el cacao, pero sin nombrar ni recomendar productos comerciales individuales; (d) un énfasis en las necesidades de los pequeños cacaocultores; y (e) enlaces a recursos de Internet y de otro tipo, incluidas listas con la calificación de los ingredientes activos clave (Apéndice 4), que deberían actualizarse periódicamente. El último punto es importante y se anima a los lectores a visitar el sitio de la ICCO: www.icco.org/SPS/.

Aunque el manual sigue siendo un “documento dinámico”, nuestra intención es la de aumentar su impacto traduciéndolo a otros idiomas de los países productores de cacao. Reiteramos que se trata de un documento meramente orientativo, redactado en un espíritu de *creative commons* y que carece de valor jurídico.

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestros numerosos colegas, por todos los consejos y sugerencias recibidos hasta la fecha; también aportaron comentarios, ideas y críticas constructivas respecto a ediciones anteriores del manual. Para esta 4ª edición, nuestro especial agradecimiento a Yunusa Abubakar, Michelle End, Catherine Entzminger, Martin Gilmour, Marc Joncheere y otros varios revisores anónimos. Además, queremos darle las gracias a la secretaria y a los miembros del Grupo de Trabajo de la AEC/CAOBISCO sobre Plaguicidas y Contaminantes, y a Daniel Kadow (Presidente del Fondo Conjunto de Investigación Cacaotera), Katrin Sinderhauf-Gacioch, Pierre Broun y Michiel Kokken; también agradecemos el apoyo de Michel Arrion, y del resto del equipo de la ICCO.

Varios gráficos que figuran en este manual se han incluido con autorización de *CropLife International* - la asociación del sector que pone a disposición del público información sobre EPI, el empleo seguro de plaguicidas, el almacenamiento, etc. (<http://www.croplife.org>). También queremos dar las gracias a Jean-Ponce Assi, Jerry Cooper, Hans Dobson, FERA UK, Marc Joncheere y Graham Matthews por otras ilustraciones.

Nuestros patrocinadores han aportado fondos para este trabajo con el fin de promover el desarrollo internacional y la sostenibilidad del cacao. Las opiniones y recomendaciones aquí expresadas se ofrecen en un espíritu de libre intercambio de información e ideas. Aunque hemos hecho todo lo posible para garantizar la exactitud de los datos, no podemos asumir ninguna responsabilidad legal por cualquier error u omisión en este manual. Dichos errores son responsabilidad exclusiva de los autores, que agradecerán cualquier comentario o sugerencia para futuras revisiones.

RB & JC Revisión: febrero de 2023





1	Introducción	8
1.1	El cultivo y su origen	8
1.2	Producción mundial de cacao	9
1.3	La necesidad de comprender y abordar los problemas de las plagas del cacao y su manejo	10
1.4	Grupos interesados	12
2	Riesgos para la producción sostenible de cacao	13
2.1	Visión general	13
2.1.1	<i>Cambio climático</i>	13
2.1.2	<i>Deforestación</i>	13
2.1.3	<i>Trabajo infantil</i>	14
2.1.4	<i>Producción de cultivos, protección y normas sanitarias y fitosanitarias (SFS)</i>	16
2.2	Riesgos del control químico de plagas	16
2.2.1	<i>Riesgos del control químico de plagas</i>	16
2.2.2	<i>Otros riesgos sanitarios y fitosanitarios</i>	17
2.3	Análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC)	18
3	Plaguicidas, normas sanitarias y fitosanitarias y su aplicación	20
3.1	Normativa internacional en materia de plaguicidas	20
3.1.1	<i>Normativas nacionales</i>	20
3.1.2	<i>Consentimiento informado previo : plaguicidas</i>	20
3.1.3	<i>El Codex Alimentarius</i>	22
3.2	Comercio mundial y la normativa SFS en el cacao	24
3.2.1	<i>Normativa de la UE sobre plaguicidas y productos básicos</i>	24
3.2.2	<i>Normativa en Estados Unidos</i>	26
3.2.3	<i>Normativa en Japón</i>	26
3.2.4	<i>Propuesta de Reglamento en la RP China</i>	26
3.3	BPA, MIP y URP/UR en la práctica	27
3.3.1	<i>Directiva 2009/128/CE sobre el Uso Sostenible</i>	27
3.3.2	<i>¿La perspectiva del agricultor?</i>	28
3.3.3	<i>Uso responsable/razonable de plaguicidas como componente de las BPA</i>	28
3.4	Certificación	30
3.4.1	<i>Criterios de las entidades certificadoras</i>	31
3.4.2	<i>Cacao ecológico</i>	32
3.4.3	<i>Hacia una 'intensificación sostenible'</i>	33
4	Los plaguicidas y sus propiedades	34
4.1	¿Qué es un plaguicida?	34
4.2	Nombres y composición de los plaguicidas	34
4.2.1	<i>Ingredientes activos (IA), composición, formulación</i>	35
4.3	Actividad biológica de los plaguicidas	36
4.4	Propiedades de los plaguicidas y modos de transferencia de la dosis	38
4.4.1	<i>Propiedades físicas y químicas (y dónde obtener información)</i>	39
4.5	Grupos de Modo de Acción (MDA)	40
4.5.1	<i>Insecticidas</i>	41
4.5.2	<i>"Fungicidas"</i>	45
4.5.3	<i>Herbicidas e inhibidores de la germinación</i>	46
4.5.4	<i>Plaguicidas para plagas vertebradas</i>	48

4.6	Problemas técnicos con los plaguicidas (las 'tres erres')	50
4.7	Eficacia (incluidas las mezclas de IA)	50
4.8	Plaguicidas y polinizadores	52
4.9	Métodos de control biológico (y producción ecológica)	53
5	Gestión de riesgos y residuos	55
5.1	Clasificación de los peligros de los plaguicidas	55
	5.1.1 <i>Peligros agudos y la seguridad del operador</i>	55
	5.1.2 <i>Otras medidas de toxicidad e implicaciones</i>	57
5.2	¿Qué son los LMR?	57
	5.2.1 <i>LMR por defecto</i>	58
5.3	Medidas de "seguridad": IDA, ArFD, OEL, etc.	59
5.4	Descomposición de plaguicidas	59
	5.4.1 <i>Implicaciones para la aplicación y el impacto medioambiental</i>	60
5.5	Aspectos medioambientales	61
5.6	Eliminación de existencias antiguas	62
5.7	LMR para el cacao: ¿qué se evaluará en la práctica?	63
5.8	¿Qué se puede hacer para mitigar el problema de los residuos?	63
6	Métodos de aplicación para el cacao	65
6.1	Dosis de aplicación (la teoría y la etiqueta)	65
	6.1.1 <i>Protección del consumidor, seguridad del operador y BPA</i>	67
6.2	Equipos de fumigación para plagas del campo	67
6.3	Fumigadoras y boquillas hidráulicas (manuales)	68
	6.3.1 <i>Boquillas hidráulicas</i>	70
	6.3.2 <i>Necesidad de normas sobre boquillas en las zonas cacaoteras</i>	71
	6.3.3 <i>Un procedimiento sencillo de calibración</i>	72
	6.3.4 <i>Mantenimiento y reparación</i>	73
6.4	Motofumigadoras	73
	6.4.1 <i>Construcción</i>	74
	6.4.2 <i>Mantenimiento y reparación</i>	74
	6.4.3 <i>Funcionamiento y calibración</i>	74
6.5	Equipos de protección individual (EPI)	75
	6.5.1 <i>Protección de la cara y prevención de la inhalación de gotas</i>	77
6.6	Pulverización masiva y proveedores de servicios (SSP)	77
7	Buenas prácticas agrícolas para el cacao	78
7.1	Arquitectura de los cultivos	78
7.2	Identificación de plagas en el campo, daños y MIP	79
	7.2.1 <i>Práctica y futuro del manejo integrado de plagas (MIP) en el cacao</i>	80
	7.2.2 <i>Enfermedades</i>	81
	7.2.3 <i>Insectos</i>	85
7.3	Selección de plaguicidas	88
7.4	Aplicación y evaluación posterior a la fumigación	89
	7.4.1 <i>Considerar los temas tratados en el capítulo 5: especialmente la eliminación de las existencias antiguas</i>	89
	7.4.2 <i>Revisión de los métodos de aplicación, EPI, calibración y fumigación</i>	92
7.5	Envases de plaguicidas e higiene	



8	Buenas prácticas de almacén	93
8.1	Normas de calidad del cacao	93
8.2	Plagas importantes del almacenamiento	93
8.3	El papel cada vez más importante de los controles no químicos	94
8.4	Aplicación y calendario de fumigación con insecticidas en el almacenamiento	94
8.5	Selección de plaguicidas	95
8.6	Inspección, muestreo, documentación y trazabilidad	96
9	Conclusiones	98
9.1	General	98
9.2	'Plaguicidas estratégicos para el cacao': criterios	99
9.3	El principio de cautela	100
9.4	La necesidad de mejorar la aplicación de plaguicidas	100
9.5	Mejor comunicación	100
9.6	Acción nacional y regional	100
9.7	Funciones y responsabilidades	101
	APÉNDICE 1: Abreviaturas técnicas	104
	APÉNDICE 2: Responsabilidades Organizativas en materia de Calidad del Cacao por País	106
	APÉNDICE 3: Lista indicativa de IA de productos registrados en algunos de los principales países productores de cacao	112
	APÉNDICE 4: Listas de plaguicidas	118
	APÉNDICE 5: Sitios web de organizaciones que ofrecen más información	124
	Bibliografía	126





1.1 El cultivo y su origen

Probablemente originario de la alta Amazonía, el cacaotero *Theobroma cacao* también se cultivó extensamente en Centroamérica; hay evidencia arqueológica de la elaboración del cacao en grano más de 1.000 años antes de Cristo, en las regiones de Chiapas y del Golfo de Veracruz en México. Tras su conocida introducción en la corte española por los conquistadores a mediados del siglo XVI, el conocimiento del cacao se extendió rápidamente por Europa durante las décadas siguientes. En el siglo XIX, el cultivo ya se había introducido en diversas zonas tropicales de otros continentes; en 1876, Tetteh Quashie introdujo el cacao en el continente africano desde Fernando Po (actual isla de Bioko). El comercio internacional y la popularidad de los productos de chocolate no han dejado de crecer durante el siglo XX.

La planta del cacao propiamente dicha pertenece al género *Theobroma*, del que hay unas 20 especies, todas nativas de la región que se extiende desde el sureste de México hasta la Sudamérica tropical; ahora pertenece a la subfamilia Byttnerioidea (antes era miembro de las "Sterculiaceae"). Estos y otros taxones han sido relegados a subfamilias de la familia de las Malvaceae, de la que existen cerca de 250 géneros, con una distribución mundial y una diversidad especialmente notable en zonas tropicales. Los fitomejoradores modernos reconocen unos diez grandes clados de cacao¹, pero tradicionalmente el comercio se ha centrado en tres tipos principales de cacao, con los que la mayoría de los profesionales siguen familiarizados²:



El cacao **Forastero** es el cacao 'ordinario', que representa algo más del 80% de la producción mundial y la mayor parte de la africana, con un rendimiento bastante elevado y buena resistencia a las enfermedades. Incluye el cacao procedente de material de siembra desarrollado a partir de tipos amazónicos y sus híbridos.



El cacao **criollo**, o 'nativo' históricamente domesticado en Mesoamérica, se cultiva en pequeñas cantidades, con un 10% de la producción mundial. Incluye variedades raras y codiciadas, que producen las mejores calidades de chocolate.



Fotos: Martín Gilmour

El término **Trinitario** se aplicaba originalmente al híbrido de Criollo y Amazónico que se daba en Trinidad, pero ahora se utiliza para describir varios tipos híbridos conocidos por sus sabores florales/ frutales.

Hacía falta revisar estos términos, ante el debate persistente sobre los antecedentes genéticos de los materiales de siembra, y sobre las estrategias para optimizar la producción en función de la procedencia. Por ejemplo, la variedad 'Nacional' de Ecuador es un cacao fino muy conocido, pero con toda probabilidad es de tipo amazónico (Forastero). No hay consenso sobre la conveniencia de cultivar este 'tesoro nacional' a expensas de la variedad CCN-51, que ofrece mayor productividad, mejor tolerancia de la luz solar directa y, seguramente, mayor resistencia a las enfermedades.



Fig. 1.1. Una explotación de CCN51 en Ecuador (izquierda) y una mazorca 'Nacional' (derecha)

1.2 Producción mundial de cacao

La producción de cacao ha cambiado de forma notable a lo largo del último siglo; los cambios afectan no sólo al sistema de cultivo sino también al lugar donde se cultiva. Se puede obtener información sobre la producción de cacao consultando varias fuentes *online*, entre ellas la Organización Internacional del Cacao (ICCO)* y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Tendencias de la producción de cacao en grano

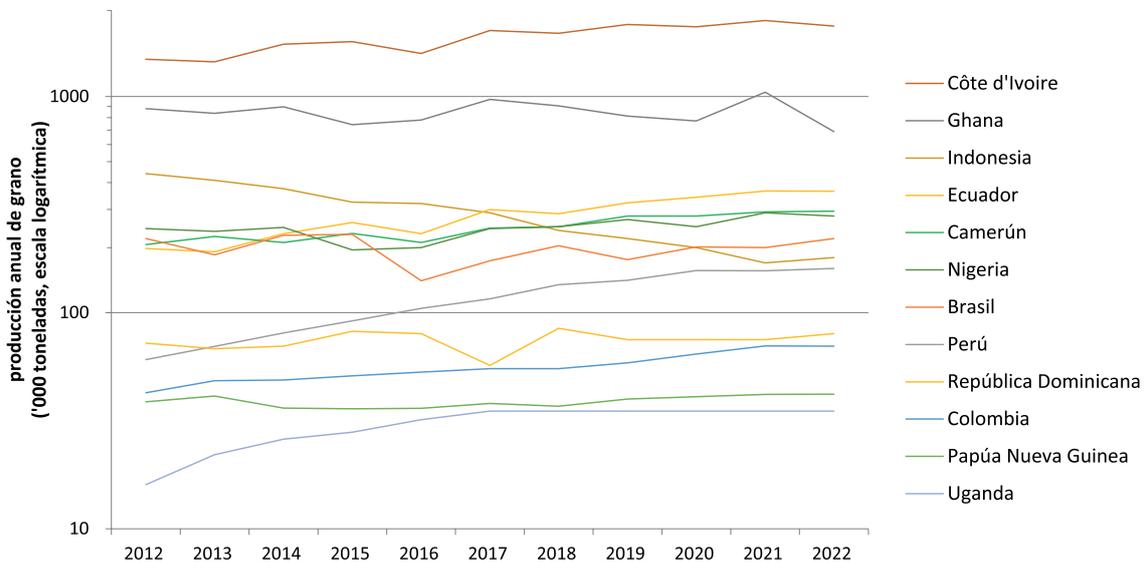


Fig. 1.2. Producción de cacao en grano por principales países productores (ordenada por medias) durante la década 2011-2020. Fuente: ICCO.

El gráfico anterior (Fig.1.2) recoge las tendencias de la producción de cacao en grano en los 12 principales países productores durante la última década: juntos representan alrededor del 95% de la producción mundial total. Durante períodos más largos, se han registrado cambios dramáticos. El cultivo del cacao, originario de las Américas, se extendió cada vez más por esta región (incluido el Caribe), que en 1900 representaba el 80% de la producción mundial. En 1980, la proporción se había reducido a aproximadamente el 36%, y luego al 12% en 2000, debido a muchos factores, entre los que destacaba el impacto de las enfermedades. Por el contrario, la producción africana pasó del 16% en 1900 a algo más del 70% de la producción mundial, y se mantiene en este nivel desde entonces. La cuota correspondiente a la región Asia-Pacífico, dominada actualmente por Indonesia, pasó de alrededor del 5% al 19% a lo largo del siglo XX, pero ahora resulta inferior al 15%, debido en parte a las plagas de insectos. Según las previsiones actuales para la campaña 2020/21, la producción mundial se eleva a algo más de 5 millones de toneladas; África representa el 77% de la producción mundial, las Américas el 17% y Asia y Oceanía el 6% (Fig. 1.3).

12 PAISES REPRESENTAN EL 96% DE LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CACAO

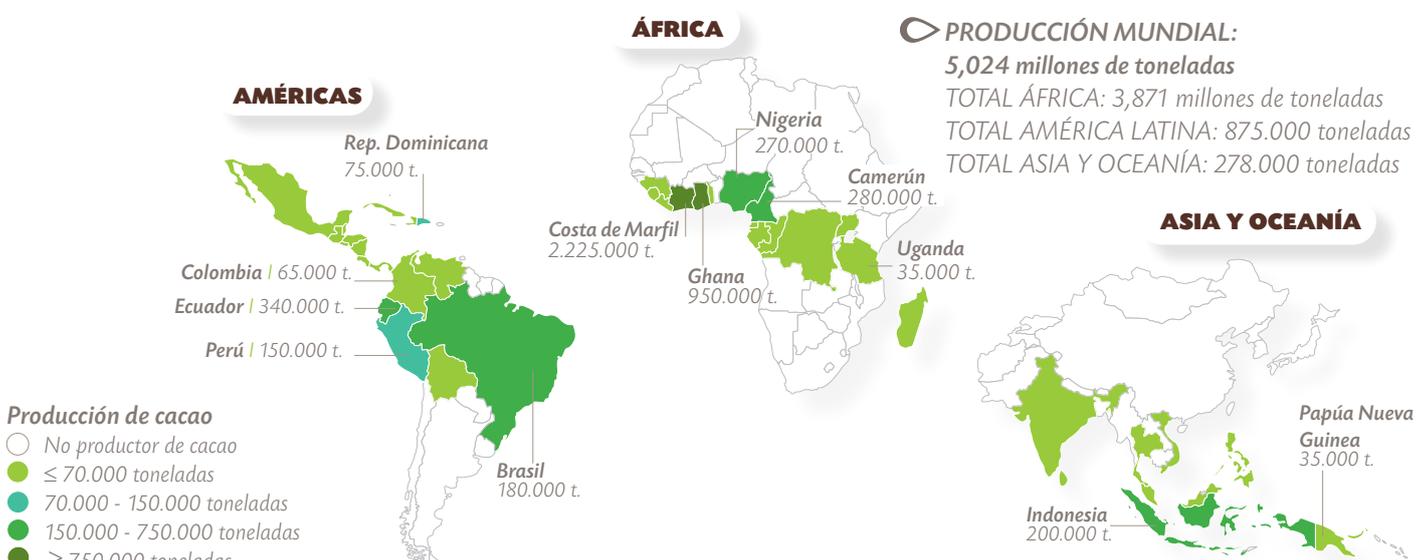


Fig. 1.3. Producción mundial de cacao para la campaña 2020/21 por países y regiones (ICCO)³

* www.icco.org/about-cocoa/growing-cocoa/

Tres países sudamericanos – Ecuador, Perú y Colombia – han aumentado su producción en la última década; también lo ha hecho Côte d'Ivoire, el mayor productor. En el cuadro 1.1 se incluyen las estadísticas para los países cuya producción ha superado recientemente la cifra de 100.000 toneladas anuales de cacao en grano.

Cuadro 1.1 Producción estimada de cacao en grano, superficie cultivada y evolución en los principales países productores. Las estadísticas tienden a fluctuar y el porcentaje de aumento/ disminución se calculó a partir del primer año y los dos últimos años de la década.

	Producción 2018/2020 (1.000t)	Superficie de producción (ha)		Rendimiento medio kg/ha		Variación a lo largo de la década	
		FAO 2020	ICCO est. 2019/2020	FAO (2020)	ICCO	rendimiento	superficie
Côte d'Ivoire	2130	4.075.644	4.250.951	523	454	-25%	69%
Ghana	806	1.678.504	1.628.493	480	511	-14%	-1%
Indonesia	210	1.656.144	1.642.270	127	131	-50%	-8%
Ecuador	325	476.213	488.518	683	633	35%	29%
Camerún	280	632.372	642.465	443	440	35%	-3%
Nigeria	260	1.191.877	1.232.443	218	198	2%	2%
Brasil	188	634.557	621.389	297	325	4%	-12%
Perú	146	136.811	135.203	1.068	1.019	43%	64%

Las diferencias pueden deberse a muchos factores, entre ellos las decisiones tomadas en materia de políticas y las decisiones de los propios agricultores, además del impacto de la fertilidad, las plagas y otros factores agronómicos. Muchos cacaocultores son minifundistas, que suelen minimizar los insumos destinados al manejo de plagas y enfermedades, y pueden mostrarse poco dispuestos o bien incapaces de invertir su tiempo o sus recursos en el manejo de plagas cuando los precios del cacao se encuentran en niveles bajos. Las pérdidas de cacao debido a enfermedades en todo el mundo se estiman a menudo en un 30-40% anual, sin incluir las pérdidas debidas a plagas de insectos. Si estas estimaciones son más o menos exactas, la pérdida de rendimientos atribuible a plagas y enfermedades tiene un impacto significativo en los ingresos de los agricultores. En Asia, se han tomado decisiones económicas bastante duras, sustituyendo la producción de cacao por cultivos más rentables como los frutales. En Indonesia (y en Malasia a finales del siglo pasado), el elevado coste tanto de la mano de obra como de la fitoprotección ha sido un factor clave, sobre todo en lo referente al control de una plaga de 'nuevo cuño': el barrenillo de la mazorca del cacao. En Centroamérica y Sudamérica, la propagación de enfermedades 'coevolucionadas' de la *Moniliophthora* – la escoba de bruja y la moniliasis – ha provocado caídas notables de la producción; la moniliasis puede mermar los rendimientos en más de un 80%. Las enfermedades causadas por *Phytophthora megakarya* (podredumbre negra) y el virus de la hinchazón de los retoños (CSSV) han limitado de forma considerable la producción en África Occidental, donde el manejo del CSSV ha dado lugar a campañas masivas de 'tala' en un intento de limitar la propagación del virus tanto en Côte d'Ivoire como en Ghana.

1.3 La necesidad de comprender y abordar los problemas de las plagas del cacao y su manejo

En muchas zonas cacaoteras, la podredumbre negra (*Phytophthora* spp.) puede limitar bastante la producción, y los cacaocultores fumigan con regularidad, ya que los compuestos de cobre y otros fungicidas son eficaces⁴. En cambio, dos enfermedades fúngicas pertenecientes al género *Moniliophthora* suponen una fuerte amenaza para el cacao en América Latina, donde se cree que han coevolucionado con el cacao y otras plantas de la tribu *Theobromateae*, lo cual dificulta mucho su control.

El trabajo del Grupo para la Filogenia de las Angiospermas (APG4) puede parecer más bien académico, pero también puede tener un significado práctico, destacando su importancia para los métodos de control cultural. Estos métodos siguen sirviendo de base para las estrategias de manejo integrado de plagas para la mayoría de los cultivos, entre ellos el complejo de plagas asociado a la planta del cacao, *Theobroma cacao*. Las prácticas culturales se tratan con más detalle en otros lugares (recomendaciones nacionales y guías generales^{***}), pero el empleo mínimo de plaguicidas ha de estar vinculado, necesariamente, a los esfuerzos por asegurar una cosecha sana, prestando gran atención a posibles hospedadores alternativos y a otras medidas fitosanitarias (Capítulo 7). Cuando el cacao se introdujo en África y Asia, también surgió una serie de enfermedades e insectos 'de nuevo cuño', como los míridos, que no tardaron en prevalecer a medida que los países adoptaban el cultivo. En el Cuadro 1.2 se resumen los principales problemas de plagas, entre los que destaca *Phytophthora megakarya*, que quizás sea la plaga contra la que más plaguicidas se emplean

* www.icco.org/pests-diseases/#toggle-id-38 - * https://www.worldcocoaoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/vos2003.pdf

* www.dl-manual.com/doc/trainers-manual-for-sustainable-cocoa-ghana-nv5rddq630z1

en todo el mundo. *P. megakarya* sólo se ha encontrado en África Central y Occidental y se ha aislado de muchas especies distintas de plantas, pero no parece causar ningún síntoma significativo, y hasta la fecha el huésped forestal original aún sigue sin identificar⁵. El virus de la hinchazón de los retoños (CSSVD) parece haber surgido a partir de *Adansonia*, *Ceiba*, *Cola* y *Sterculia* – todas pertenecientes a la familia Malvaceae; la reclasificación ha demostrado que la búsqueda de “hospedadores alternativos potenciales” ha de realizarse a nivel de familias o incluso a un nivel anterior. Se revisa de forma constante la base científica de estos problemas clave, desde varios enfoques investigativos. Tampoco será una coincidencia que todas las principales plagas ‘cápsidas’ del cacao (Miridae), prevalentes en distintas regiones, provengan de géneros estrechamente relacionados (de la tribu Dicyphini), y generalmente oligófagos para plantas de la familia Malvaceae.

Los plaguicidas se vienen empleando en el cultivo del cacao desde hace más de 60 años. Las primeras investigaciones importantes se llevaron a cabo de forma independiente en el antiguo Instituto de Investigación Cacaotera de África Occidental (actualmente los institutos de investigación de Ghana y Nigeria), Brasil, Ecuador, Camerún, Costa Rica, Côte d’Ivoire, Indonesia y Malasia.

Para principios de los 70, ya se habían ‘establecido’ una serie de técnicas eficaces de control, y hubo pocos motivos para cambiar, hasta que aumentó la concienciación medioambiental en la década de los 90. Cabe destacar la preocupación por el empleo generalizado del lindano para el control de las plagas de insectos del cacao; este producto químico acabó eliminándose, pero no se retiró del todo en algunos países hasta principios del siglo XXI. Muchos cacaocultores creen que los plaguicidas funcionan, al menos contra algunas plagas cacaoteras, y los siguen utilizando en mayor o menor grado dependiendo de la plaga y del país (Cuadro 1.2).

Cuadro 1.2 Guía de plagas cacaoteras contra las que se podrían estar empleando plaguicidas (según fuentes del sector y observaciones del autor).

Plaga del cacao		Región	Uso*
Podredumbre negra	<i>Phytophthora spp.</i>	Ubicua	1-2
- sobre todo:	<i>P. megakarya</i>	África Central y Occidental	1
Escoba de Bruja	<i>Moniliophthora (Crinipellis) perniciosa</i>	América Latina	2-3
Moniliasis	<i>Moniliophthora roreri</i>	América Latina	2-3
Cápsidos (Miridae)	<i>Sahlbergella singularis</i>	África Central y Occidental	1
	<i>Distantiella theobromae</i>	África Central y Occidental	1
	<i>Helopeltis</i> y especies afines	África & Asia	1-2
	<i>Monalonion spp.</i>	América Latina	2-3
Virus de la hinchazón de los retoños (CSSV)	Vectores: cochinillas como <i>Planococcoides njalensis</i>	África Occidental	3
Vertebrados (muchas especies según la región)	Ardillas, ratas, mamíferos de mayor tamaño, pájaros carpinteros, etc.	Daños ubicuos	1-2
Barrenillo de la mazorca	<i>Conopomorpha cramerella</i>	Sudeste asiático	1
Muerte regresiva vascular (VSD)	<i>Ceratobasidium (=Oncobasidium) theobromae</i> ⁶	Sudeste asiático	2
Otras enfermedades :	Varias especies, entre ellas:		
- de las raíces	<i>Ceratocystis</i> y <i>Roselinia spp</i>	Según la especie	3
- de la mazorca (menores)	<i>Lasiodiplodia (=Botryodiplodia) theobromae</i>		
Plagas de insectos en el tronco del cacaotero, entre ellas termita, barrenador del tallo, chinche hedionda etc.	Varias especies, entre ellas:	Localmente grave en muchas zonas cacaoteras.	2-3
	<i>Zeuzera sp.</i> (SE asiático)	África Occidental	1-2
	<i>Eulophonotus sp.</i> (África)	América Latina	2
	<i>Bathycoelia thalassina</i> <i>Carmenta theobromae</i>		
Plagas del cacao joven	Muchas especies – a menudo polífagas	Ubicua	2
Malas hierbas (sobre todo en el cacao joven)	Muchas especies (incluido el muérdago en árboles maduros)	Ubicua	2
Plagas de insectos en almacén:	Muchas especies, entre ellas:		
	- Carcomas, escarabajos - Polillas de almacén	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> , etc. <i>Ephestia spp.</i>	Ubicua 1

* Clave: 1: Empleo frecuente (aunque no necesariamente ubicuo) de plaguicidas: suele depender de la situación económica del cacaocultor
2: Empleo localizado de plaguicidas (puede ser frecuente si el cacao se cultiva con fines comerciales)
3: Empleo poco frecuente, ineficaz o experimental de plaguicidas: se recomiendan métodos culturales y otros métodos de control.

● 1.4 Grupos interesados

La industria cacaotera promueve el manejo integrado de plagas (MIP), y los métodos culturales (eliminación de partes enfermas de la planta, etc.) representan la primera línea de defensa – más demostrada y más rentable – contra plagas y enfermedades, aunque la aplicación de los distintos métodos de control por parte de los agricultores a menudo resulta deficiente. Los plaguicidas se emplean en el cacao en determinadas circunstancias (con mayor frecuencia en la categoría 1 del cuadro anterior). La parte comestible del grano está protegida por una cáscara; la cáscara a su vez se encuentra protegida hasta la recolección por la corteza o pericarpio, lo que hace menos probable la contaminación por plaguicidas, a menos que se empleen plaguicidas sistémicos o que los granos se contaminen durante la cosecha o el secado.

Evidentemente, los dos interesados principales son los productores de cacao y los consumidores cada vez más numerosos. Adaptando una observación del valioso libro de Hamilton y Crossly⁷, hay otros participantes en el debate sobre los plaguicidas, cada uno con sus propios intereses específicos:

- **La industria agroquímica (ahora llamada a menudo de Ciencias de la Vida~):** principalmente la media docena de empresas multinacionales basadas en la investigación que han invertido mucho en nuevas tecnologías (y desean proteger sus inversiones con patentes y confidencialidad). Proporcionan a los gobiernos datos reglamentarios para demostrar que sus productos son seguros y eficaces.
- **Fabricantes de productos ‘genéricos’** que benefician a los agricultores al hacer bajar los precios de los productos agroquímicos cuando caducan las patentes (compuestos ‘sin patente’). En algunos países, son propiedad del gobierno o cuentan con apoyo estatal. El público en general no siempre se da cuenta de que sus intereses (y los de sus respectivos vendedores) pueden ser distintos de los de las empresas basadas en la investigación.
- **Grupos de consumidores y activistas:** que expresan sus preocupaciones, a menudo compartidas por el público en general, pero que pueden ser sacadas de contexto. Su labor fue iniciada por Rachael Carson, cuyo libro pionero *Primavera silenciosa* (1962) puso de relieve los peligros, muchos de ellos ya indiscutibles, del uso ilimitado de los plaguicidas más antiguos. Se ha afirmado que estos grupos necesitan realizar “denuncias periódicas de residuos inseguros en los alimentos para poder mantener su perfil”.
- **A los medios de comunicación** les interesa vender periódicos o tiempo de televisión, y dan prioridad a los sucesos sensacionalistas. Es discutible que les interese aportar un enfoque equilibrado y totalmente objetivo, pero los presentadores suelen orientar el debate.
- **Los gobiernos nacionales (y, cada vez más, organismos internacionales como la Unión Europea)** tienen que equilibrar los distintos intereses y proporcionar un marco legislativo adecuado a los diversos agentes implicados. Por ejemplo, el Health and Safety Executive (HSE, antes Pesticides Safety Directorate - PSD) del Reino Unido divulga documentos (en sus páginas web y en otros lugares) en los que subraya que este marco debe estar “basado en evidencia”. Los gobiernos también representan una fuente importante de apoyo para los investigadores.
- **Científicos investigadores:** que “buscan becas de investigación [y] pueden intentar influir en los organismos financiadores de la investigación mediante comunicados de prensa cuidadosamente programados y diseñados al efecto, o pueden exagerar un problema de seguridad para conseguir la financiación que necesitan”.

Por lo tanto, las industrias proveedoras de cacao y chocolate pueden esperar recibir diversos consejos sobre el tema. No obstante, ahora hay que tomar decisiones, a la luz de los últimos acontecimientos normativos, pero con un conocimiento bastante incompleto de los plaguicidas en cuestión.



Riesgos para la producción sostenible de cacao

2.1 Visión general

Este capítulo se centra en algunos de los principales problemas mundiales que amenazan la sostenibilidad de la producción de cacao.

2.1.1 Cambio climático

En 2021, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) publicó su sexto informe de evaluación sobre el cambio climático⁸. El informe afirma que las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero generados por actividades humanas han calentado el planeta a un ritmo sin precedentes. Según las estimaciones actuales, la temperatura media mundial ya ha aumentado en 1,1°C, y se prevé que el calentamiento alcance o incluso supere la cifra de 1,5°C de aquí a veinte años, si no se produce un recorte fuerte y sostenido de las emisiones de CO₂. Si la temperatura media aumentara en 1,5°C, se incrementaría la duración de las estaciones secas; además, las estaciones frías se acortarían mientras que las olas de calor serán más frecuentes. Si la temperatura media llegara a aumentar en 2°C, podrían alcanzarse niveles críticos de tolerancia para la salud y para la agricultura; muchos de los efectos serían irreversibles durante siglos.

Se han registrado cambios climáticos en las regiones cacaoteras, y varios modelos climáticos han proyectado escenarios de cambio climático y sus efectos sobre el cacao (principalmente en África Occidental). Los cambios climáticos tendrán un impacto sobre la producción de cacao: algunas zonas serán más idóneas para el cacao y otras menos. Según las predicciones de Schroth et al. (2016)⁹, el cambio climático reducirá de forma significativa la idoneidad de varias zonas de África Occidental para la producción de cacao, debido a una menor precipitación y a la desecación del clima, lo cual podría aumentar el riesgo de deforestación en las zonas más adecuadas, al desbrozarse nuevas tierras para cultivar cacao. Estos cambios climáticos previstos, y las observaciones actuales sobre el terreno, han impulsado la búsqueda de nuevas estrategias de adaptación climáticamente inteligentes, entre las que destacan la selección de variedades de cacao más resistentes a la sequía, la recuperación de los sistemas agroforestales y la reducción de las emisiones de carbono mediante un menor uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos. El impacto del cambio climático sobre la producción de cacao no deja de ser incierto; también sigue siendo incierto su impacto sobre las plagas y enfermedades del cacao, por no hablar de sus enemigos naturales; en la actualidad, sabemos muy poco sobre este tema.

2.1.2 Deforestación

La expansión agrícola es el principal motor de la deforestación: la agricultura comercial a gran escala (ganadería, producción de soja y palma aceitera) representó el 40% de la deforestación en los trópicos entre 2000-2010, mientras que la agricultura de subsistencia representó un 33%*. Entre 2015 y 2020, la tasa de deforestación se estimó en 10 millones de hectáreas anuales, comparado con los 16 millones de hectáreas anuales de la década de los 90. Entre los impactos de la deforestación destacan: la erosión del suelo, la mayor incidencia de inundaciones, la pérdida de biodiversidad y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero; la deforestación, por lo tanto, es una causa importante del cambio climático.

Desde hace tiempo se reconoce que el cacao es un motor de la deforestación: se talan bosques para obtener nuevas tierras productivas cuando los cacaotales existentes empiezan a tener problemas, tales como el envejecimiento de sus cacaoteros, con la caída consiguiente de la productividad; la degradación del suelo, o el aumento de la presión de plagas y enfermedades. Los índices de deforestación en África Occidental han ido aumentando a lo largo de la última década; ante esta situación, tanto el gobierno como el sector privado se han comprometido a intentar acabar con la deforestación provocada por el cacao. Las iniciativas público-privadas lideradas por la World Cocoa Foundation (WCF) en Colombia, Côte d'Ivoire y Ghana, al igual que IDH-The Sustainable Trade Initiative en Camerún, pretenden evitar una mayor deforestación e introducir enfoques más sostenibles e inteligentes desde el punto de vista climático para el cacao. Durante la reciente reunión de COP26 en Glasgow, los líderes de más de 100 naciones se comprometieron a detener o revertir los efectos de la deforestación para 2030.

La imagen que figura a continuación, de un árbol talado y plantas jóvenes de cacao en una de las principales zonas productoras de cacao, ilustra otra perspectiva: "La pérdida de selvas tropicales significa más que la mera destrucción de unos paisajes bonitos. Si la deforestación sigue a su ritmo actual, las selvas tropicales del mundo desaparecerán en 100 años, causando un impacto desconocido sobre el clima global y eliminando la mayoría de las especies vegetales y animales del planeta"¹⁰.

* <https://www.fao.org/3/ca8642en/ca8642en.pdf>



2.1.3 Trabajo infantil

El trabajo infantil en África Occidental se ha convertido en un problema muy grave dentro del sector cacaotero, y ante la preocupación expresada por los consumidores, la industria y los gobiernos de los países implicados se han visto obligados a tomar medidas destinadas a erradicarlo. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) define el trabajo infantil como “una violación de los derechos humanos fundamentales y se ha demostrado que obstaculiza el desarrollo de los niños, pudiendo provocar daños físicos o psicológicos de por vida”. El trabajo infantil puede dividirse en tres categorías distintas:

- Trabajos ligeros: el niño ayuda en una explotación familiar de cacao; el trabajo no es peligroso; no interfiere con la educación del niño; y debe realizarse bajo la supervisión de un adulto;
- Trabajo infantil: el Convenio 138 de la OIT fija en 15 años la edad mínima para que un niño pueda trabajar;
- Peores formas de trabajo infantil: el Convenio 182 de la OIT prohíbe el trabajo forzado (trata/esclavitud) y protege a los menores de 18 años de realizar trabajos peligrosos.

En la producción de cacao, las peores formas de trabajo infantil se definen como: **i) desbroce de terrenos, ii) transporte de cargas pesadas, iii) exposición a pesticidas, iv) uso de herramientas afiladas, v) largas jornadas laborales, vi) trabajo nocturno.**

Durante la campaña cacaotera 2018/2019, el National Opinion Research Centre (NORC) llevó a cabo una encuesta para evaluar las prácticas de trabajo infantil en las regiones productoras de cacao de Costa de Marfil y Ghana. El estudio también pretendía comparar, en la medida de lo posible, los hallazgos de encuestas anteriores realizadas durante las campañas 2008/2009 y 2013/2014 por la Universidad de Tulane, pero la comparación se vio dificultada por diferencias de metodología. Algunas de las principales conclusiones del Informe NORC (2020)¹¹, sobre todo relativas al uso de plaguicidas, se resumen a continuación*:

- Aproximadamente **1,56 millones de niños** trabajaban en la producción de cacao; de ellos, se calcula que el **95% (1,48 millones de niños)** realizaban algún tipo de trabajo infantil peligroso.
- Entre todos los hogares cacaoteros, el porcentaje de niños de **5 a 17 años** que trabajan en el cacao ha **aumentado en la última década**, pasando del 31% en 2008/2009 al 45% en 2018/2019 (en Côte d'Ivoire aumentó del 23% al 38% y en Ghana del 44% al 55%).
- La proporción de niños implicados en el trabajo infantil relacionado con el cacao o en el trabajo infantil peligroso resulta sistemáticamente superior en Ghana que en Côte d'Ivoire.

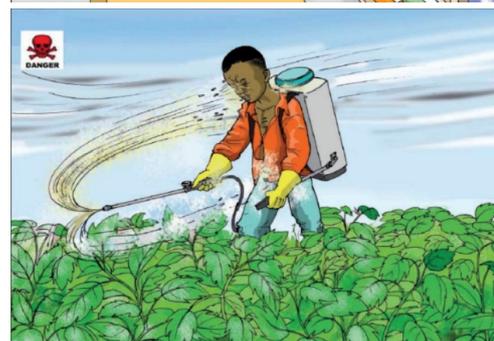
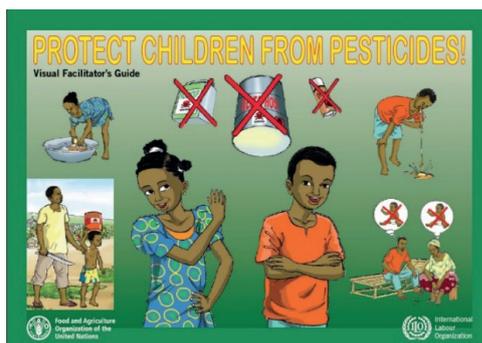
* www.cocoinitiative.org/knowledge-hub/resources/ici-technical-summary-norc-report-assessing-progress-reducing-child-labour

- En los hogares dedicados al cultivo de cacao, aunque no en todos los hogares agrícolas de las zonas cacaoteras, la prevalencia del trabajo infantil y del trabajo infantil peligroso se ha mantenido estable desde 2013/2014 en ambos países.
- De los niños de **5 a 17 años** de hogares agrícolas en regiones cacaoteras, **el 45% trabajaba** en la producción de cacao (el 38% en Côte d'Ivoire y el 55% en Ghana).
- El **43%** de los niños de **entre 5 y 17 años** realizaban **trabajos peligrosos** en la producción de cacao (el 37% en Côte d'Ivoire y el 51% en Ghana).
- Entre los niños que trabajan en el cacao, la proporción **no** expuesta a ningún peligro ha aumentado del 4% en 2008/2009 al 11% en 2018/2019, pero la proporción de niños que trabajan en el cacao realizando cuatro o más tipos de tareas peligrosas ha **aumentado** del 7% en 2008/2009 al 22% en 2018/2019.
- La exposición de los niños a los productos agroquímicos, que **aumentó en su conjunto del 5% al 24%**, estuvo vinculada con mayor frecuencia al acarreo de agua para fumigar y a la presencia en la explotación durante o después de la fumigación. La proporción de niños que aplican directamente productos agroquímicos aumentó en un 50%, pero a un nivel inferior (pasando del 4% al 8%).

La industria cacaotera ha respondido a la crisis del trabajo infantil en el cacao a través del 'Paquete de Intervención de la Industria' dirigido por la WCF, que pretende identificar, supervisar y apoyar a los hogares con niños vulnerables en ciertas comunidades a través de la sensibilización, la mejora de la infraestructura educativa, la formación de comités de protección de la comunidad y programas de apoyo a los medios de subsistencia de las mujeres. Las conclusiones de un segundo estudio de NORC publicado en 2020¹² muestran algunas mejoras, pero es esencial mantener el compromiso de las partes interesadas.

La International Cocoa Initiative (ICI) desarrolló un CLMRS (Sistema de Seguimiento y Remediación del Trabajo Infantil) específico para el cacao, con el fin de establecer una serie de indicadores clave sobre el trabajo infantil y realizar un seguimiento de los avances en el sector; varios socios del sector cacaotero han adoptado este sistema. Muchos programas de certificación (por ejemplo, Rainforest Alliance y Comercio Justo) también intentan abordar esta cuestión, e incluyen criterios de certificación del trabajo infantil entre sus requisitos sociales. El 'Chocolate Scorecard*', que ofrece un resumen anual de los resultados de las empresas en relación con varios criterios de sostenibilidad, incluye una sección sobre trabajo infantil (y el uso de agroquímicos como tema aparte).

En un blog publicado recientemente por la WCF**, el autor sugiere que el trabajo infantil no se produce en un vacío social, sino que es sintomático de un conjunto mucho más amplio de cuestiones relacionadas con el bienestar infantil y que éstas deben tenerse en cuenta si se quiere resolver el problema.



Un ejemplo de material de sensibilización para prevenir/reducir la exposición de los niños a los plaguicidas; elaborado por la FAO y la OIT (2015)***

* www.chocolatescorecard.com/

** www.worldcocoaoundation.org/blog/should-we-stop-talking-about-child-labor-in-chocolate-an-anthropologists-critique/

*** www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/1260531/

2.1.4 Producción de cultivos, protección y normas sanitarias y fitosanitarias (SFS)

El prolongado debate sobre temas relacionados con los plaguicidas no muestra signos de disminuir, y sólo se ve igualado por la necesidad de aumentar la producción de cacao y otros alimentos, por lo que se trata de encontrar el equilibrio entre una producción eficaz y una producción sostenible.

Este manual se centra en el empleo adecuado de plaguicidas para asegurar la maximización sostenida de los rendimientos, dentro de un contexto de BPA/MIP que podrían utilizarse en la explotación o en el almacenamiento del cacao a granel. El manejo integrado de plagas (MIP), antes considerado por algunos como una nimiedad, se ha convertido ya en una necesidad: ya no puede significar “Mantra Increíblemente Popular”. Se trata de un enfoque riguroso y multidisciplinar del cultivo de productos agrícolas, y ahora crece la una presión política a favor de su aplicación. Durante la próxima década, habrá una demanda cada vez mayor de técnicas de MIP novedosas pero al mismo tiempo prácticas y eficaces, para los productores tanto de cacao como de otros cultivos.

2.2 Riesgo y peligro

Los plaguicidas se describen a menudo como “peligrosos” o “de riesgo”, pero estos términos se utilizan a veces de forma imprecisa. Tienen significados específicos:

$$\text{RIESGO} = \text{PELIGRO (INTRÍNSECO)} \times \text{EXPOSICIÓN}$$

La exposición puede tener dos elementos: tiempo y nivel de contacto con el peligro. Se trata de un concepto importante que se ha utilizado (erróneamente) en el pasado para sugerir que “no existen sustancias peligrosas, sino formas peligrosas de utilizarlas”.

Una analogía puede ser útil en este caso. Los vehículos motorizados son intrínsecamente **peligrosos**, y observamos que cada año muere un número mucho mayor de personas en accidentes de tráfico que por todas las formas de intoxicación por plaguicidas. Sólo asumimos un **riesgo** cuando nos exponemos a los vehículos (como conductores, pasajeros u otros usuarios de la carretera), y la mayoría de la gente está dispuesta a asumirlo. Algunos coches son menos peligrosos que otros (por ejemplo, los que tienen muchos dispositivos de seguridad y no van rápido) y las carreteras tienen límites de velocidad (**reducción del riesgo**). Cuando una persona está muy lejos de cualquier vehículo de motor (exposición = cero), el riesgo es cero. Dado que para la mayoría de las personas la vida económica debe continuar, el concepto de reducir el riesgo a niveles **tan bajos como sea razonablemente posible** (ALARA) es más práctico que eliminar el riesgo, lo cual puede considerarse imposible en la práctica. Por supuesto, los criterios establecidos para definir estos niveles pueden ser tanto políticos como subjetivos.

Asimismo, se recuerda que también existen riesgos para el propio cultivo del cacao. Por ejemplo, un análisis del cacao en Ghana¹³ reveló que las plagas clave (por ejemplo, la podredumbre negra) constituyen juntas el mayor riesgo para el suministro de cacao: bien como fuentes ya existentes de pérdida de cosechas, o bien como amenaza existencial de especies exóticas invasoras. Otros riesgos para la producción de cacao son el envejecimiento de los árboles, las fluctuaciones de los precios y la competencia de otros cultivos y otras fuentes de ingresos.

2.2.1 Riesgos del control químico de plagas

Los métodos químicos de control de plagas han sido considerados, en diferentes épocas y lugares y para distintos analistas, como:

- cruciales para mantener una cosecha sana, o
- caros y de coste-eficacia limitado, o
- inviable, por motivos medioambientales, dentro del complejo agroecosistema cacaotero.

Es posible que la mejora varietal, junto con la adopción de técnicas alternativas de control basadas en la biología, ofrezca soluciones sostenibles a largo plazo. Los principales problemas que plantea el uso de plaguicidas son los siguientes:

- Problemas de **seguridad**, incluidos los riesgos reales y potenciales para productores y consumidores (véase el capítulo 5).
- **Rentabilidad**: quizá sea lo que más interesa a muchos agricultores.
- **Problemas técnicos** en la aplicación de plaguicidas: a veces denominados las “tres erres”, entre los que se incluye el desarrollo de **resistencia** por parte de las plagas (con la pérdida asociada de eficacia), que puede llevar a los agricultores a aumentar las dosis, con el consiguiente riesgo de **residuos** elevados, y la **resurgencia** de las plagas, cuando los insecticidas sólo empeoran los problemas menores de plagas (véase el capítulo 4).

- Otros aspectos relacionados con la sostenibilidad, como el **impacto** general **sobre el medio ambiente** y sobre organismos no objetivo (por ejemplo, la acumulación de cobre en el suelo tras un uso prolongado para el control de enfermedades).

Los aspectos relacionados con la seguridad son, con diferencia, los que más preocupan al público en general y, por tanto, a los organismos reguladores; pero los plaguicidas pueden ser herramientas importantes para los agricultores, y no pueden descartarse sin más. Los consumidores no siempre son conscientes de la elevada presión ejercida por las plagas y enfermedades que se dan en los países tropicales, y solucionar los problemas de control de plagas para los agricultores sigue formando parte crucial del “paquete”.

2.2.2 Otros riesgos sanitarios y fitosanitarios

La preocupación de los consumidores por la seguridad alimentaria y la amenaza de los contaminantes para la salud humana han provocado un endurecimiento de la normativa en los países consumidores. Esto aumenta el riesgo de interrupción del comercio de cacao, por lo que unas normas **sanitarias y fitosanitarias** deficientes pueden perjudicar el bienestar de los agricultores de varios países productores.

Aunque este tema excede el ámbito del presente manual, cabe recordar que, además de los residuos de plaguicidas, existen otras preocupaciones relacionadas con la inocuidad alimentaria y con la calidad del cacao:

- Micotoxinas: sobre todo Ocratoxina A (OTA), a menudo debido a un mal secado del cacao - daño potencial al ADN (mutágenos)
- AGL (Ácidos grasos libres/trans): también indican la calidad deficiente del cacao - riesgo de agravar la diabetes
- HAP (hidrocarburos aromáticos policíclicos): suelen deberse al humo de secadoras mal diseñadas; a menudo son carcinógenos (riesgo de provocar cáncer)
- Los hidrocarburos de aceites minerales (MOH) contienen MOSH (hidrocarburos saturados de aceites minerales) y MOAH (hidrocarburos aromáticos de aceites minerales, incluidos los PAH): exposición a través de materiales de embalaje, aditivos alimentarios, lubricantes y combustible - los MOAH pueden ser mutágenos y carcinógenos
- Acrilamida: se forma en los alimentos ricos en almidón cuando se cocinan a altas temperaturas (al freír, asar u hornear) - carcinógenos (riesgo de provocar cáncer)
- Entre los metales pesados/tóxicos, a menudo asociados al cacao cultivado en suelos volcánicos o contaminados, destacan:
 - o Aluminio (Al): neurotoxina potencial
 - o Cadmio (Cd) - altamente tóxico y cancerígeno
 - o Cromo hexavalente (Cr(VI)) - toxina y carcinógeno
 - o Plomo (Pb) - carcinógeno que puede causar abortos espontáneos e infertilidad en los varones
 - o Mercurio (Hg) - daña el sistema nervioso

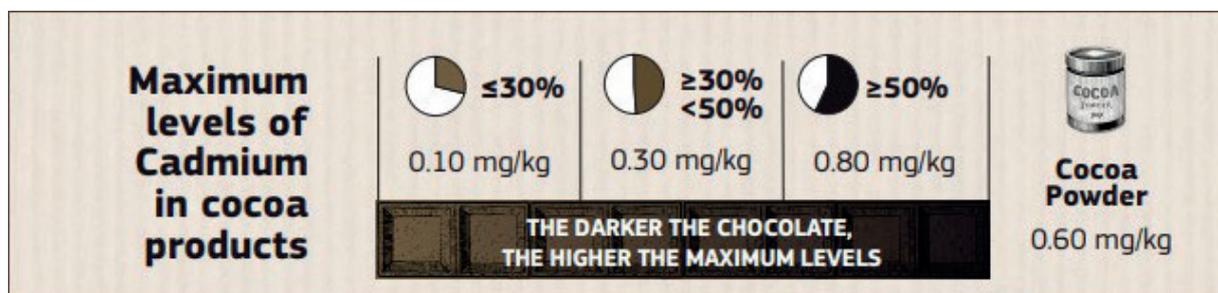
Los niveles de metales pesados/tóxicos se controlan de forma rutinaria en una variedad de alimentos diferentes para hacer cumplir las normas reglamentarias y proteger la salud de los consumidores, especialmente la de los niños pequeños. Durante los últimos años, la atención se ha centrado en el cadmio; en 2014, la UE anunció el establecimiento de niveles máximos permitidos en diversos alimentos, incluidos los productos de cacao y chocolate*. Para que los productores y elaboradores de cacao tuvieran tiempo de prepararse, se concedió un periodo de introducción de 4 años, y la nueva legislación entró en vigor el 1 de enero de 2019. A partir de ese momento, los productos de cacao y chocolate que superen los niveles máximos permitidos no podrán comercializarse en la UE (Fuente: Comisión Europea**).

La Comisión Europea cuenta con un Sistema de Alerta Rápida para Alimentos y Piensos (RASFF). Se trata de un sistema de notificación mediante el cual los Estados Miembros pueden intercambiar información sobre peligros identificados en alimentos, materiales en contacto con alimentos, y piensos. En 2014 se puso en marcha el portal de consumidores del RASFF, una herramienta gratuita de internet que permite al público acceder a la información más reciente sobre avisos de retirada de alimentos. Incluye las advertencias de salud pública emitidas por las autoridades de seguridad alimentaria y las empresas alimentarias***.

* Fuente: www.eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32014R0488

** Fuente: www.ec.europa.eu/food/system/files/2019-03/cs_contaminants_catalogue_cadmium_chocolate_en.pdf

*** www.webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/search



Desde entonces, se han establecido límites para el cadmio en el chocolate en otros países, entre ellos: Australia, Indonesia, Nueva Zelanda, Rusia y Estados Unidos (California); al mismo tiempo, el *Codex Alimentarius* ha introducido normas específicas. Los productores más afectados son los pequeños cacaocultores de algunas zonas de América Latina y el Caribe, donde los niveles de cadmio en los granos de cacao pueden ser elevados. Aunque no se fijan niveles máximos de cadmio para el cacao en grano crudo sin procesar, los compradores están poniendo límites arbitrarios para garantizar que los productos finales de chocolate no superen los niveles máximos permitidos¹⁴. En esta región, se siguen investigando posibles soluciones para prevenir y reducir la contaminación por cadmio en el cacao en grano.

Se ofrece más información sobre la seguridad alimentaria y la calidad del cacao en el “Manual de requisitos de calidad para la industria del chocolate y el cacao”, de CAOBISCO/AEC/FCC*.

2.3 Análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC)

El APPCC es un enfoque sistemático de la gestión de la seguridad en los procesos de producción, que hace hincapié en la prevención de los peligros más que en la inspección de los productos. Se cree que el APPCC se originó en la fabricación de armamentos durante la Segunda Guerra Mundial, pero ahora también se asocia a las distintas etapas de la producción y distribución de alimentos.

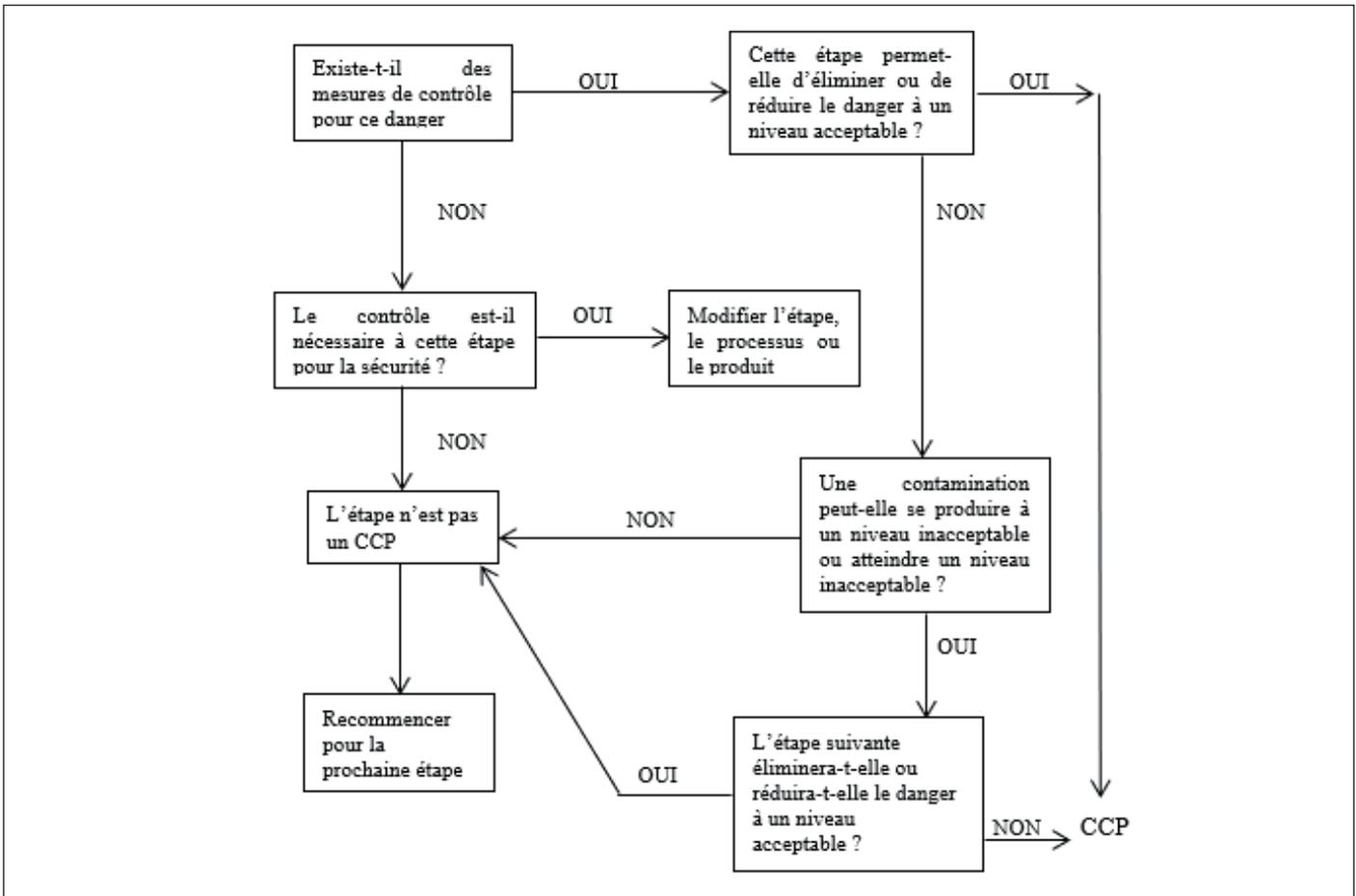
En la actualidad existe un consenso general sobre siete procedimientos o ‘principios’ de APPCC, incluidos en la norma internacional ISO 22000 FSMS 2005, que pueden constituir el sistema de ‘gestión de la calidad total’ de una organización:

1. Enumerar todos los peligros asociados a cada etapa y elaborar **medidas preventivas** adecuadas **para controlar el peligro**: pueden ser de naturaleza microbiológica, química o física y, en cada etapa, describir las medidas preventivas que pueden utilizarse para controlar estos peligros. Puede ser necesaria más de una medida preventiva para controlar un peligro específico.

2. Identificar los puntos críticos de control (PCC): la identificación de un PCC en el sistema puede facilitarse mediante el siguiente diagrama de flujo**.

* www.cocoaquality.eu/data/Cocoa%20Beans%20Industry%20Quality%20Requirements%20Apr%202016_En.pdf (consultado el 21/5/2022)

** Fuente: www.eden.gov.uk (accessed 24/1/2012)



Si se ha identificado un peligro en una etapa en la que es necesario un control para la seguridad y no existe ninguna medida preventiva en esa etapa, o en cualquier otra, el producto o proceso debe modificarse en esa etapa, o en una etapa anterior o posterior, para incluir una medida preventiva.

3. Establecer límites críticos para cada PCC: estos límites dependen del peligro evaluado y deben especificarse para cada medida preventiva. En el caso de los plaguicidas y otros contaminantes, se trata de los LMR.

4. Establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PCC: los procedimientos de vigilancia deberán ser capaces de detectar cualquier pérdida de control en un PCC. Los datos derivados de la vigilancia deben ser evaluados por personas u organizaciones designadas, con conocimientos y autoridad para llevar a cabo acciones correctivas cuando sea necesario.

5. Tomar medidas correctoras: deben desarrollarse medidas específicas para cada PCC con el fin de corregir el incumplimiento. Dichas acciones deben garantizar que el PCC está bajo control e incluir información detallada sobre qué hacer con el producto afectado.

6. Validar el sistema APPCC: para mantener la confianza en el sistema, asegurarse de que el sistema APPCC funciona según lo previsto e identificar cualquier aspecto susceptible de mejora.

7. Establecer y mantener registros y documentación: para ser eficaz, es esencial llevar registros.



3.1 Normativa internacional en materia de plaguicidas

3.1.1 Normativas nacionales

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y otros organismos internacionales han fomentado, de forma constante, la elaboración de sistemas nacionales de registro de plaguicidas, que ya se han implantado en la mayoría de los países. Sin embargo, no siempre es fácil aplicar la normativa (sobre todo la de carácter técnico) en zonas rurales remotas, y los productos también pueden entrar por “fronteras nacionales porosas”. Por lo tanto, el agricultor puede encontrarse con una desconcertante variedad de productos, con escaso asesoramiento sobre su uso adecuado.

En todos los países, la función primordial del registro es la de proteger la salud humana. Los códigos de conducta de la FAO sobre cuestiones como la importación de productos químicos se basan en el principio del *consentimiento informado previo* (véase más adelante), según el cual los países importadores tienen derecho a información sobre plaguicidas (y otras sustancias) que han sido prohibidos o restringidos en otros países. Es responsabilidad de los gobiernos proporcionar orientaciones adecuadas sobre el uso de compuestos peligrosos, desde un etiquetado fácilmente comprensible hasta la prohibición total de los productos más tóxicos.

La FAO publicó en 2016 un Código de Conducta con directrices sobre plaguicidas altamente peligrosos (véase el recuadro 1). Su objetivo es “orientar a los países sobre cómo interpretar y aplicar eficazmente estos artículos para reducir los riesgos que plantean los PAP”. Se anima a los países a que identifiquen los PAP en uso, evalúen los riesgos que entrañan y decidan las medidas adecuadas para mitigarlos. Estas directrices se aplican a todos los plaguicidas, incluidos los agrícolas, los de salud pública, los domésticos, los de uso recreativo y los industriales^{**}. Para mitigar los riesgos “mientras existan alternativas eficaces y menos peligrosas, la opción más eficaz para mitigar tales riesgos será a menudo poner fin a su uso mediante una acción reguladora. Esto puede hacerse prohibiendo o cancelando o retirando el registro, o no prorrogando el registro”.

3.1.2 Consentimiento informado previo : plaguicidas

El Consentimiento Informado Previo (CIP) es un convenio firmado por 50 gobiernos en una Conferencia Diplomática celebrada en Rotterdam en septiembre de 1998. El llamado ‘**Convenio de Rotterdam**’ crea obligaciones **jurídicamente vinculantes** para que los países apliquen procedimientos de CIP. En un principio, se basó en un código de conducta voluntario, iniciado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la FAO. El Convenio entró en vigor el 24 de febrero de 2004 con dos objetivos principales:

- promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos cooperativos entre las Partes en el comercio internacional de ciertas sustancias químicas peligrosas, con el fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a daños potenciales;
- contribuir al uso ecológicamente racional de estas sustancias químicas peligrosas, facilitando el intercambio de información acerca de sus características, proporcionando un proceso de toma de decisiones nacionales para su importación y exportación, y difundiendo estas decisiones a las Partes.

Ante la presión que sufre la agricultura mundial para aumentar la producción, los países en desarrollo suelen ofrecer un mercado para los plaguicidas más antiguos, baratos y peligrosos. A menudo incluyen compuestos genéricos elaborados por fabricantes en economías en expansión, que buscan mercados menos controlados. Además, en algunos países, los productos genéricos de producción local se promueven activamente en aras del desarrollo industrial, y por venderse a precios competitivos.

* PDF en www.fao.org/3/i5566e/i5566e.pdf (descargado en septiembre de 2021)

Recuadro 1 - Disruptores endocrinos (DE) y plaguicidas altamente peligrosos (PAP): impactos sobre el cacao

La autorización de sustancias puede retirarse en la UE y en otros países en función de varios indicadores, entre ellos la “disrupción endocrina” (DE). La definición actual de la disrupción endocrina en la UE es **“aquella sustancia exógena o una mezcla de sustancias que altera la(s) función(es) del sistema endocrino y consecuentemente causa efectos adversos en la salud de un organismo intacto o en su progenie o en sus poblaciones o subpoblaciones”**.

El informe de la Dirección de Regulación de Sustancias Químicas (CRD) del Reino Unido sobre el posible impacto de las evaluaciones basadas en el peligro incluía una referencia a la restricción de la CE 1107/2009: “no podrán autorizarse las sustancias que se considere que tienen propiedades de alteración endocrina que puedan ser nocivas para los seres humanos o para organismos no objetivo”. Varios observadores han señalado que no se incluyó ninguna definición durante la adopción de estos reglamentos. Los efectos de los disruptores endocrinos son objeto de controversia entre los científicos y en la UE se ha acordado una definición funcional del término. En 2014 se inició una consulta pública (se animó a participar a todas las partes interesadas) que se resolvió en 2016.

Las definiciones diccionarias de “disrupción” son muy variadas: desde “confusión o desorden” hasta alteración o interrupción de un proceso. Se podría argumentar que, dado que las funciones endocrinas de un animal son mecanismos de señalización y se sabe que están afectadas por una amplia gama de sustancias naturales y sintéticas permitidas, cualquier intento de evaluar la DE sobre la base de un peligro en lugar de un riesgo es insostenible. La eliminación de la exposición de los pequeños agricultores a los PAP (claramente definibles por clase de toxicidad) resultante de los procesos 91/414/CEE y 396/2005/CE ha sido beneficiosa, pero una mayor reducción de la diversidad de ingredientes activos (IA) podría ser perjudicial para la productividad del cacao (lo que podría tener consecuencias medioambientales, ya que los agricultores necesitarían cultivar más tierra para obtener los mismos rendimientos). Debe hacerse todo lo posible para informar a las autoridades competentes de las posibles consecuencias para la producción y para los ingresos de los agricultores, antes de tomar cualquier decisión sobre el estatus de los “IA estratégicos” (por ejemplo, como en el Apéndice 3A), sin que se hayan identificado alternativas adecuadas.

Mientras que el registro de plaguicidas constituye una decisión nacional soberana, la calificación de sustancias como DE en los países consumidores puede acabar provocando la reducción de los LMR al valor por defecto de 0,01 mg/kg en el cacao y en otros alimentos: una consecuencia descrita en un país africano como “prohibido por el mercado”. Se ha especulado mucho sobre las posibles consecuencias de una mayor retirada de IA tanto para el cacao como para otros alimentos básicos importados, y los planteamientos iniciales han sido similares a los adoptados con el HHP, es decir, identificar las sustancias amenazadas y preguntarse cuáles serían las medidas alternativas de manejo de plagas. Aquí sugerimos que:

- Para el manejo sostenible de una plaga determinada, se necesitan más de dos modos de acción (M_{dA}), con IA y productos competidores dentro de cada M_{dA} (utilizado aquí en su sentido más amplio para incluir el control biológico de eficacia probada).
- La restricción de los IA a sólo 1-2 MoA podría convertirse en un problema importante para el manejo de las plagas clave del cacao, por lo que los cambios propuestos deben estudiarse de forma detallada. Por ejemplo, retirar todos los insecticidas organofosforados (OP) y la mayoría de los piretroides por sospecha de problemas de DE, junto con los insecticidas piretroides y neonicotinoides (NNI) por toxicidad para las abejas, podría acarrear graves dificultades con los míridos y otras plagas importantes de insectos. Esto puede ser ya un problema para el control de las plagas del almacenamiento (véase el capítulo 8).
- Si se va a prohibir un IA, se necesitarán 2-3 años para eliminar las antiguas existencias de productos que lo contengan. Si la retirada de un IA implica eliminar en su totalidad un M_{dA}, y no hay al menos 2 alternativas, se necesitarán al menos 5 años (probablemente más) para la investigación, el desarrollo y el registro necesarios de sustitutos.
- En resumen: el “principio de precaución” también debería aplicarse a nuestra capacidad para proteger los cultivos.

La sección 7.3 muestra algunas de las nuevas señales de peligro que deben incluirse en las etiquetas de los plaguicidas. En este proceso, se ha añadido una nueva categoría de peligro “Peligro grave para la salud”, lo que significa:

- Puede ser mortal si se ingiere o penetra en las vías respiratorias
- Provoca o puede provocar daños en los órganos
- Puede perjudicar la fertilidad o al feto
- Se sospecha que perjudica la fertilidad o al feto
- Puede causar cáncer o se sospecha que puede causarlo
- Puede causar o se sospecha que causa defectos genéticos
- Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias si se inhala



El pictograma se utilizará para sustancias cotidianas como la trementina, la gasolina y el aceite para lámparas, y es de suponer que, una vez definido, podría incluir sustancias plaguicidas de DE (aunque sólo se sospeche). El uso de estos signos en los productos plaguicidas, ¿otorgaría al usuario un consentimiento informado previo suficiente? En situaciones domésticas, se considera que la respuesta es claramente afirmativa.

El CIP es un proceso que identifica y comparte las decisiones gubernamentales de prohibir o restringir severamente el uso de plaguicidas, e incluye la difusión de las decisiones a países importadores en los que la información puede ser difícil de obtener. Además de promover la responsabilidad compartida entre los importadores y exportadores, los países exportadores deben asegurar que sus industrias se ajustan a las decisiones de los países importadores. Los plaguicidas actualmente contemplados por el Convenio PCI incluyen (entre otras sustancias) : 2,4,5-T, aldrina, captafol, clorobencilato, clordano, clordimeformo, DDT, dieldrina, dinoseb, 1,2-dibromoetano (EDB), endosulfán, fluoroacetamida, HCH (lindano), heptacloro, hexaclorobenceno, compuestos de mercurio, y ciertas formulaciones de paratión, metamidofós, monocrotofós, y fosfamidón. Otros pesticidas se añadirán al Convenio PCI si:

- están prohibidos o severamente restringidos sobre la base de una evaluación científica de riesgo/peligro en dos regiones;
- son “formulaciones plaguicidas extremadamente peligrosas” que causan problemas sanitarios o medioambientales en condiciones de uso habituales en países en desarrollo. Pueden incluirse a raíz de un incidente verificado en un país en desarrollo.

3.1.3 El Codex Alimentarius

El Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias y la Comisión del *Codex Alimentarius* (a menudo abreviado *Codex*) se crearon para proporcionar normas reconocidas internacionalmente para la protección de la salud de los consumidores y garantizar prácticas justas en el comercio de los alimentos. Inicialmente se pensó que, si todos los países armonizaban su legislación alimentaria y adoptaban normas acordadas internacionalmente, “estas cuestiones se resolverían de forma natural”. Mediante la armonización, los fundadores preveían menos barreras al comercio y más libertad de circulación entre países, lo que redundaría en beneficio de los agricultores y sus familias y contribuiría también a reducir el hambre y la pobreza. La comisión del *Codex* se cumple con código ético para el comercio internacional de alimentos, con los siguientes principios generales:

1. El comercio internacional de alimentos debería realizarse respetando el principio de que todos los consumidores tienen derecho a alimentos inocuos, sanos y genuinos y a estar protegidos de prácticas comerciales deshonestas.
2. No debería distribuirse en el comercio internacional ningún elemento que:
 - (a) tenga o contenga cualquier sustancia en cantidades que lo hagan venenoso, nocivo o de cualquier forma perjudicial para la salud; o
 - (b) esté integrado total o parcialmente por cualquier sustancia o materia extraña, sucia, podrida, dañada, descompuesta o enferma, o que por cualquier otra razón no sea apta para el consumo humano; o
 - (c) esté adulterado; o
 - (d) esté etiquetado, o presentado de manera que se engañe o induzca a error; o
 - (e) se venda, prepare, envase, almacene o transporte para la venta en condiciones insalubres.

El *Codex Alimentarius* siempre ha tenido una base científica. Expertos y especialistas en una amplia gama de disciplinas han contribuido a cada aspecto del código para garantizar que sus normas resistan el escrutinio científico más riguroso. El *Codex* funciona a través de una serie de comités especializados*, entre ellos comités sobre Contaminantes en los Alimentos y sobre Residuos de Plaguicidas.

Uno de los comités científicos es la **Reunión Conjunta FAO/OMS sobre Residuos de Plaguicidas (JMPR)**. La JMPR se creó en 1963 tras la decisión de la Conferencia de la FAO de que la *Comisión del Codex Alimentarius* recomendara límites máximos de residuos (LMR) de plaguicidas y contaminantes ambientales en productos alimenticios específicos para garantizar la inocuidad de los alimentos que contuvieran residuos. También se decidió que la JMPR recomendara métodos de muestreo y análisis.

* www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/

- Los miembros de la JMPR son científicos independientes expertos en aspectos relacionados con los plaguicidas, los productos químicos ambientales y sus residuos, nombrados por derecho propio y no como representantes de los gobiernos.
- La JMPR es independiente de la Comisión.
- Las personas designadas por la FAO redactan los LMR de las sustancias objeto de evaluación, basándose en los ensayos de campo que se realizan en todo el mundo. Las personas designadas por la OMS realizan evaluaciones toxicológicas de los plaguicidas.
- Se publican informes de las evaluaciones.
- Existe una estrecha cooperación entre la JMPR y el Comité del *Codex* sobre Residuos de Plaguicidas (CCPR). El CCPR identifica las sustancias que requieren una evaluación prioritaria. Tras la evaluación de la JMPR, el CCPR debate los LMR recomendados y, si son aceptables, los remite a la Comisión para su adopción como LMR del *Codex*.

La siguiente tabla procede de la base de datos de plaguicidas del *Codex Alimentarius* y recoge los LMR actuales del *Codex* que se aplican al cacao en grano*. Los LMR del *Codex* para deltametrina, fenitrotión y lindano se revocaron en 2003. Los LMR del *Codex* para deltametrina, fenitrotión y lindano se revocaron en 2003. En el momento de consultar la página web (mayo de 2022), la base de datos incluye "Límites máximos de residuos del *Codex* para plaguicidas y límites máximos de residuos extraños adoptados por la Comisión del *Codex Alimentarius* hasta su 42º Período de Sesiones (julio de 2019) inclusive".

Límites máximos de residuos para el cacao en grano (código SB 0715)

Plaguicida	LMR	Año de adopción	
Fosfuro de hidrógeno	0,01 mg/Kg		Po
Clotianidina	0,02 mg/Kg	2011	(*)
Endosulfán	0,2 mg/Kg	2007	
Mandipropamida	0,06 mg/Kg	2019	
Metalaxil	0,2 mg/Kg	1991	
Bromuro de metilo	5 mg/Kg	1999	Po
Piraclostrobina	0,01 mg/Kg	2019	
Tiametoxam	0,02 mg/Kg	2011	(*)

(*): En, o bien alrededor de, el límite de determinación.

Po: El LMR tiene en cuenta el tratamiento post-cosecha del producto.

* www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/commodities-detail/en/?lang=en&c_id=239 (consultado en noviembre de 2021)

3.2 Comercio mundial y la normativa SFS en el cacao

El siguiente diagrama de Sankey (Fig. 1.4) ilustra de forma gráfica la complejidad del flujo del comercio mundial de cacao en grano: los países europeos importan más del 60% del cacao en grano comercializado, lo cual explica en cierta medida por qué se ha hecho hincapié en las tolerancias de importación europeas. Sin embargo, Estados Unidos – y cada vez más Asia – son también importadores clave de cacao en grano para su posterior transformación y consumo.



Figura 1.4 Flujo de exportación de cacao en grano y regiones importadoras receptoras durante la campaña 2019/2020. Fuente: ICCO

La Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), bajo los auspicios de la FAO, mantiene una base de datos sobre la legislación de los distintos países en materia de requisitos fitosanitarios, restricciones y prohibiciones. Véase: www.ippc.int/en/countries/all/legislation.

3.2.1 Normativa de la UE sobre plaguicidas y productos básicos

En 1991, la Comisión Europea inició un proceso de revisión a escala comunitaria de todos **los ingredientes activos** (IA - también conocidos como **sustancias activas**) utilizados en los productos fitosanitarios dentro de la UE. La introducción de la **Directiva 91/414/CEE** supuso un momento decisivo para el uso de productos fitosanitarios en Europa. El proceso implicaba la evaluación de sustancias, seguida de una recomendación sobre su aceptabilidad a la Comisión Europea. Las sustancias aceptables se incluyeron en una lista positiva de IA conocida como el "Anexo I", si el riesgo para los consumidores, los trabajadores y el medio ambiente se consideraba aceptable. La Directiva original distinguía entre compuestos "existentes" (en el mercado antes de julio de 1993) y "nuevos" (introducidos en el mercado posteriormente). Si el compuesto no podía incluirse en el Anexo I, se retiraba la autorización de los productos que contuvieran esa sustancia en un plazo especificado en la Directiva de la Comisión. Este programa de revisión se tradujo efectivamente en una reducción muy sustancial (>50%) del número de plaguicidas disponibles para su uso en los países de la UE. La Directiva 91/414/CEE se consideró desde el principio como un proceso de revisión continua en el que "...basándose en evaluaciones científicas, cada solicitante [tiene] que demostrar que una sustancia puede utilizarse de forma segura en lo que respecta a la salud humana, el medio ambiente, la ecotoxicología y los residuos en la cadena alimentaria."

El Reglamento CE 1107/2009* sustituyó a la Directiva 91/414/CEE, derogada el 14 de junio de 2011, y establece controles aún más estrictos sobre los IA, con un cambio del énfasis, pasando de la evaluación basada en el riesgo a la evaluación basada en el peligro de los plaguicidas¹⁵. Además, los fumigantes, rodenticidas y otros productos de control de plagas utilizados en los comercios, están sujetos al **Reglamento sobre biocidas UE/528/2012** (véase la sección 6.5).

Desde finales de 2003, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) se encarga de las cuestiones relacionadas con la evaluación de riesgos, mientras que la Comisión Europea es responsable de las decisiones relativas a la gestión de riesgos. Las normas de esta evaluación y la política de su uso se mejoran constantemente en una serie de grupos de expertos y se registran en documentos de orientación. La Dirección de Regulación de Sustancias Químicas (CRD) de la Health & Safety Executive (HSE) del Reino Unido** examinó las 286 sustancias anteriormente incluidas en el anexo 1 de la Directiva 91/414/CEE y sometidas a revisión para la CE 1107/2009, a la luz de las posibles consecuencias prácticas para los agricultores de la UE¹⁶. Consideraron que los criterios **podrían** ser:

- ninguna CMR de cat. 1 ó 2 (sustancias carcinógenas, mutágenas o tóxicas para la reproducción) a menos que la exposición sea insignificante
- sin disruptores endocrinos (DE: véase el recuadro 1 y***) a menos que la exposición sea insignificante
- sin COP (contaminantes orgánicos persistentes)
- sin sustancias químicas PBT (persistentes, bioacumulativas y tóxicas)
- sin sustancias químicas mPmB (muy persistentes, muy bioacumulativas)
- retirada de sustancias con una IDA (ingesta diaria admisible), una DAR (dosis aguda de referencia) o un AOEL (nivel de exposición admisible para el operario) significativamente inferiores a los de la mayoría de las sustancias autorizadas
- ninguna sustancia considerada de riesgo por sus propiedades neurotóxicas o inmunotóxicas para el desarrollo
- ninguna sustancia con un alto cociente de peligrosidad para las abejas
- ninguna sustancia que suscita preocupación y/o que podría pasar por lixiviación a la capa freática.

El Reglamento 396/2005/CE entró en vigor el 1 de septiembre de 2008 y establece LMR de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos producidos o importados en la UE. Los LMR se publicaron por primera vez como Reglamento 149/2008/CE en marzo de 2008 en forma de anexos a la 396/2005/CE; éstos se actualizaron antes de su entrada en vigor y siguen estando sujetos a revisión (véase la sección 3.2). Todo el cacao en grano importado en la UE debe ajustarse al nuevo Reglamento, aunque pueden aplicarse LMR temporales (LMRt) a determinados AI durante un periodo transitorio.

Hay información en: http://ec.europa.eu/food/plant/protection/evaluation/index_en.htm, el sitio web de la DG SANCO que pretende “maximizar la transparencia del procedimiento de toma de decisiones”.

La Comisión Europea ha anunciado recientemente la puesta en marcha del Pacto Verde Europeo, que consiste en una serie de iniciativas políticas cuyo objetivo es lograr la neutralidad climática de la UE, convirtiendo a Europa en el primer continente del mundo con neutralidad climática para 2050. Estas políticas afectarán a muchos sectores distintos, entre ellos los de la energía, la construcción, el transporte, la industria, la alimentación y la agricultura****. La estrategia “de la granja a la mesa”, que constituye el núcleo del Pacto Verde Europeo, pretende hacer más sostenibles los sistemas alimentarios*****. Para conseguirlo, el programa propone los siguientes objetivos:

- lograr que el 25% del total de las tierras agrícolas de la UE se destinen a la agricultura ecológica en 2030
- reducir en un 50% el uso y el riesgo de plaguicidas químicos de aquí a 2030
- reducir en un 50% el uso de plaguicidas más peligrosos de aquí a 2030
- reducir la pérdida de nutrientes del suelo en al menos un 50%
- reducir el uso de fertilizantes en un 20% para 2030
- reducir el uso de sustancias antimicrobianas en la agricultura y la acuicultura en un 50% para 2030
- crear un etiquetado de alimentos sostenibles
- reducir el desperdicio de alimentos en un 50% de aquí a 2030

* <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0001:0050:EN:PDF>

** Antes Dirección de Seguridad para Plaguicidas (PSD) del Reino Unido (diciembre de 2008): Evaluación revisada del impacto en la protección de cultivos en el Reino Unido de los “criterios de corte” y las disposiciones de sustitución de la propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a la comercialización de productos fitosanitarios.

*** http://ec.europa.eu/environment/chemicals/endocrine/definitions/endodis_en.htm (consultado en noviembre de 2021)

**** Véase : https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

***** Véase : https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en

Con la reducción prevista del uso y el riesgo de los plaguicidas en la UE, dentro del marco de la estrategia “de la granja a la mesa”, se ha incrementado la vigilancia respecto a la autorización actual de ingredientes activos de plaguicidas, y se están revisando y retirando aquellos que se consideran más peligrosos. Esto afecta a los países exportadores de cacao, que ven cómo se retira en la UE un número cada vez mayor de ingredientes activos utilizados actualmente para el control de plagas y enfermedades en el cacao. Es imprescindible que los países productores se mantengan informados de los cambios propuestos en el estatus de los productos fitosanitarios en los países importadores, para que puedan identificar productos alternativos menos peligrosos para el manejo de plagas en el cacao.

NOTA

1. Es importante diferenciar entre los LMR para los productos, que están regulados por los anexos del reglamento CE 396/2005, y la autorización del uso de plaguicidas en la UE, que actualmente está regulada por el reglamento CE 1107/2009. Sin embargo, las dos normativas tienen áreas en común, que se describen aquí.

2. Las cadenas de suministro de cacao en grano son complejas, y están administradas en gran medida por empresas internacionales: en el momento de redactar este informe, el Reino Unido sigue compartiendo las normas sanitarias y fitosanitarias de la UE, aun después del Brexit, dado que el Reglamento (CE) 1107/2009 sigue vigente en Gran Bretaña en virtud del “Protocolo sobre Irlanda/Irlanda del Norte en la retirada de la UE”¹⁷.

El capítulo 5 incluye una serie de temas que a primera vista no parecen estar directamente relacionados con los límites de residuos. Uno de los principales objetivos de este manual es el de explicar a los participantes en el sector cacaotero los distintos aspectos multidisciplinares del manejo de plagas: en concreto, se pretende “adelantarse a los acontecimientos” en materia de plaguicidas y no limitarse a tratar de cumplir la legislación vigente. En cierta medida, a muchos les pilló por sorpresa el Reglamento (CE) n° 396/2005 de la UE, que sigue siendo objeto de modificaciones (por ejemplo, en sus Anexos).

Los detalles de la legislación propuesta han tardado varios años en acordarse. Los institutos de investigación de los países productores de cacao deberían plantearse ahora la mejor forma de manejar las plagas clave, en caso de que las sustancias posiblemente “amenazadas” (por ejemplo, determinados piretroides y neonicotinoides) se declararan inadecuadas para su uso en cultivos alimentarios.

3.2.2 Normativa en Estados Unidos

En **Estados Unidos**, la **Agencia de Protección Ambiental (EPA)** regula los plaguicidas mediante dos estatutos federales (véase <http://www.epa.gov/opp00001/regulating/laws/fqpa/backgrnd.htm>) en virtud de la Ley de Protección de la Calidad de los Alimentos (FQPA) de 1996. La Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos (FFDCA) establece la cantidad de residuos de plaguicidas permitida en los alimentos destinados al consumo. La EPA elabora fichas informativas, preparadas en el marco de los programas de registro y nuevo registro de la EPA. Cuando se ha publicado una ficha informativa para un ingrediente activo “nuevo”, se hace constar esta circunstancia. La EPA también exige que todos los plaguicidas aprobados estén claramente etiquetados con instrucciones para su uso, manipulación, almacenamiento y eliminación adecuados: regulados por la Ley Federal de Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas (FIFRA).

Además, la **Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA)** ofrece orientaciones sobre productos alimenticios y plaguicidas en: <http://www.fda.gov/Food/FoodbornellnessContaminants/Pesticides/> (pero en el momento de redactarse este documento, parece que los informes llevan un retraso de 3 años).

3.2.3 Normativa en Japón

El 29 de mayo de 2006, el Ministerio de Sanidad, Trabajo y Bienestar (MHLW) estableció un sistema de lista positiva para los productos químicos agrícolas que permanecen en los alimentos, incluido el cacao, dentro de la implantación de su Ley de Sanidad Alimentaria. La lista de LMR está disponible en <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/positivelist060228/dl/index-1a.pdf>. Se han detectado niveles excesivos de residuos en varias muestras y se han rechazado envíos a lo largo de los años. La elevada tasa de rechazo se ha atribuido al método de análisis utilizado, que era diferente del empleado por otros países importadores, pero que ahora se está armonizando (véase la sección 3.5).

3.2.4 Propuesta de Reglamento en la RP China

La preocupación por la calidad de los alimentos y la salud se ha convertido en un tema de primer orden en China, con propuestas concretas para mejorar la regulación de los productos del cacao*: Se intensificará la vigilancia del uso de cáscaras de cacao importadas, así como las operaciones de los fabricantes de productos de cacao y alimentos que contengan cacao en polvo como ingrediente”, según una circular publicada conjuntamente por la Administración de Alimentos y Medicamentos de China y la Administración General de Supervisión de Calidad, Inspección y Cuarentena. El

* Agencia de noticias Xinhua, Beijing, 29 de octubre de 2013

gobierno requiere un etiquetado estricto de los productos, en chino, y “controles de los permisos de producción de los fabricantes de productos de cacao”, así como la supervisión de los fabricantes de productos alimentarios relacionados con el cacao. La circular enviada por el gobierno también instaba a las autoridades locales de alimentos, calidad de productos y cuarentena a comprobar conjuntamente los productos de cacao y las empresas alimentarias relacionadas para detectar riesgos de seguridad y alertar a los departamentos superiores de cualquier problema.

3.3 BPA, MIP y URP/UR en la práctica

Según la opinión mayoritaria, la mejor forma de controlar las plagas es dentro del marco del **Manejo Integrado de Plagas (MIP)** o, de forma más general, de la **Gestión Integrada de Cultivos (GIC)**. La aplicación práctica del MIP, término acuñado en 1967 por R.F. Smith y R. van den Bosch, ha sido objeto de mucho debate, sobre todo en relación con el empleo de plaguicidas. La definición acordada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y respaldada por los organismos agroquímicos, varias ONG y la Organización Internacional de Agricultores es la siguiente:

*“El Manejo Integrado de Plagas (MIP) significa la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyen el desarrollo de poblaciones de plagas y mantienen el empleo de plaguicidas y otras intervenciones a niveles económicamente justificados y que reducen al mínimo los riesgos para la salud humana y el ambiente. Con el MIP se hace hincapié en el crecimiento de cultivos sanos, perturbando lo menos posible los ecosistemas agrícolas y fomentando los mecanismos naturales de control de plagas” **

3.3.1 Directiva 2009/128/CE sobre el Uso Sostenible

El MIP también figura como requisito en la Directiva de la Comisión Europea sobre el Uso Sostenible de los Plaguicidas. En 2009, el Parlamento Europeo estableció un marco de acción comunitaria para la creación de: “planes de acción nacionales para fijar objetivos cuantitativos, metas, medidas, calendarios e indicadores, con objeto de reducir los riesgos y los efectos de la utilización de plaguicidas en la salud humana y en el medio ambiente, y para fomentar el desarrollo y la introducción de la gestión integrada de plagas y de planteamientos o técnicas alternativos con objeto de reducir en la medida de lo posible la dependencia del uso de plaguicidas. Los Estados miembros deben supervisar la utilización de los productos fitosanitarios que contengan sustancias activas especialmente preocupantes y establecer calendarios y objetivos para reducir su utilización, en particular cuando sea una forma adecuada de alcanzar los objetivos de reducción del riesgo. Los planes de acción nacionales deben coordinarse con planes de aplicación de otros actos legislativos comunitarios pertinentes y pueden utilizarse para agrupar objetivos propuestos en virtud de otros actos legislativos comunitarios relativos a los plaguicidas”.

Bajo la Directiva sobre Uso Sostenible, a partir de 2014 el empleo de plaguicidas en los países de la UE deberá cumplir siempre con los principios generales del MIP. Los Estados miembros están ahora obligados a aplicar una verdadera “integración”: es decir, establecer una combinación óptima de técnicas de manejo de plagas que incluya:

- Métodos culturales, tales como: atención a las posibles plantas hospedadoras alternativas de la plaga, eliminación y quema de las partes enfermas de la planta, poda, eliminación de las mazorcas infectadas/infestadas y recolección completa periódica.
- Selección clonal y otros métodos genéticos que confieren resistencia a las plagas; se trata de medidas a largo plazo (gran parte de la investigación que se lleva a cabo actualmente no se aplicará a nivel del cacaotal hasta dentro de varios años).
- Conservación y/o manipulación de agentes biológicos (por ejemplo, bioplaguicidas e insectos depredadores como las hormigas).
- Aplicación de plaguicidas químicos, pero sólo sobre la base de un uso racional y responsable.

¿Cuál es la mejor forma de implantar el MIP en los países productores de cacao? En un artículo reciente**, el Dr. Rob Jacobson sugería una serie de mensajes clave tanto para los responsables políticos como para los profesionales, entre ellos:

- No subestime la complejidad del MIP
- Contar con la ayuda de profesionales experimentados
- Aplicar plazos de ejecución razonables
- La formación es imprescindible
- Comprender el cultivo y tener presentes las expectativas de los clientes en cuanto a calidad y coste
- Proporcionar recursos adecuados para que la I+D desarrolle medidas de control alternativas
- Centrarse en plaguicidas específicos que seguirán siendo necesarios

* Código interno de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas, FAO, noviembre de 2002

** Newsletter of the Association of Applied Biologists: número 79, otoño de 2013

- Incluir “redes de seguridad” en forma de segundas líneas de defensa contra plagas clave
- Nunca bajar la guardia – siempre hay que estar preparado para el siguiente reto.

3.3.2 ¿La perspectiva del agricultor?

Los legisladores de los países productores de cacao deben guiarse por las exigencias del consumidor, pero es imprescindible que las medidas que se adopten se adecuen a las necesidades de los cacaocultores. Muchos de ellos son pequeños productores que, ante una plaga, buscan soluciones eficaces y siguen recurriendo al uso de plaguicidas para poner remedio. Es posible que el agricultor/la agricultora:

- desee comprar productos plaguicidas para otros cultivos o para el uso doméstico, que pueden ser inadecuados para el cacao y dejar residuos nocivos;
- se encuentre, en la tienda de suministros agrícolas, ante una gama desconcertante de productos, por no hablar de la persuasión de los vendedores;
- se encuentre ante productos **ilegales o falsificados**: se trata de un problema para los proveedores responsables. Para saber más, visite <https://croplife.org/crop-protection/anti-counterfeiting/>.



¿Qué producto elegir? ¿Es eficaz? ¿Es seguro? ¿Es auténtico? ¿Es asequible?

3.3.3 Uso responsable/racional de plaguicidas como componente de las BPA

En la Mesa Redonda para una Economía Cacaotera Sostenible (RSCE I), una reunión internacional celebrada en Ghana en octubre de 2007, participaron cacaocultores, cooperativas, comerciantes, exportadores, elaboradores, fabricantes de chocolate, mayoristas, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, instituciones financieras y organismos donantes. Se alcanzó un consenso sobre una serie de puntos de acción – denominados la “Agenda de Accra” – para asegurar un cacao sostenible. Los temas relacionados con el manejo de plagas ocuparon un lugar destacado en la lista de prioridades, y se identificaron las siguientes necesidades clave (entre otras):

- Precios remunerativos y mayor rentabilidad para los productores de cacao, incluyendo la consideración del impacto de las políticas fiscales;
- Desarrollo y promoción de **Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)** con el fin de incrementar la productividad y la calidad de un modo que respete tanto el medio ambiente como las normas sociales;
- Reducción de pérdidas a causa de plagas y enfermedades a través de la introducción del **manejo integrado de plagas (MIP)**;
- Promoción y apoyo de los servicios locales que suministran mejores materiales de siembra, fertilizantes, plaguicidas, etc., y provisión de capacitación relacionada;
- Mecanización de las operaciones agrícolas para reducir los costos cuando sea posible;
- Mayor eficiencia de la mano de obra a través de mejores prácticas de gestión;

- La comercialización sostenible incluye el desarrollo de cadenas de suministro eficientes con el fin de aumentar el margen recibido por los productores, manteniendo a la vez la calidad del cacao, y mejorando la trazabilidad en la cadena de valor.

Como su propio nombre indica, las BPA engloban un gran número de procedimientos de cultivo que deben ser seguros, eficaces, recomendados y aplicados, ya sea a nivel nacional o de cultivo. Al emplear un plaguicida lo que se persigue es lograr un control eficaz de las plagas, dejando al mismo tiempo una cantidad mínima de residuos de plaguicidas en el cultivo (dentro de unos límites prácticos). Estos límites están regulados, pero los establece principalmente la empresa agroquímica que desea registrar sus productos, tras haber realizado una serie de ensayos que se ajustan a protocolos acordados y rigurosos.

Las estrategias de control de plagas y enfermedades que se basan en la aplicación de un número limitado de plaguicidas no son sostenibles. El “vacío” de investigación y extensión en materia de plaguicidas adecuados desde finales de los años 80 ha coincidido con años de baja rentabilidad del cacao. Como consecuencia, la mayoría de los pequeños cacaocultores desconocen los agentes y técnicas de control de plagas más recientes, y suelen aplicar productos más antiguos y a menudo más peligrosos.

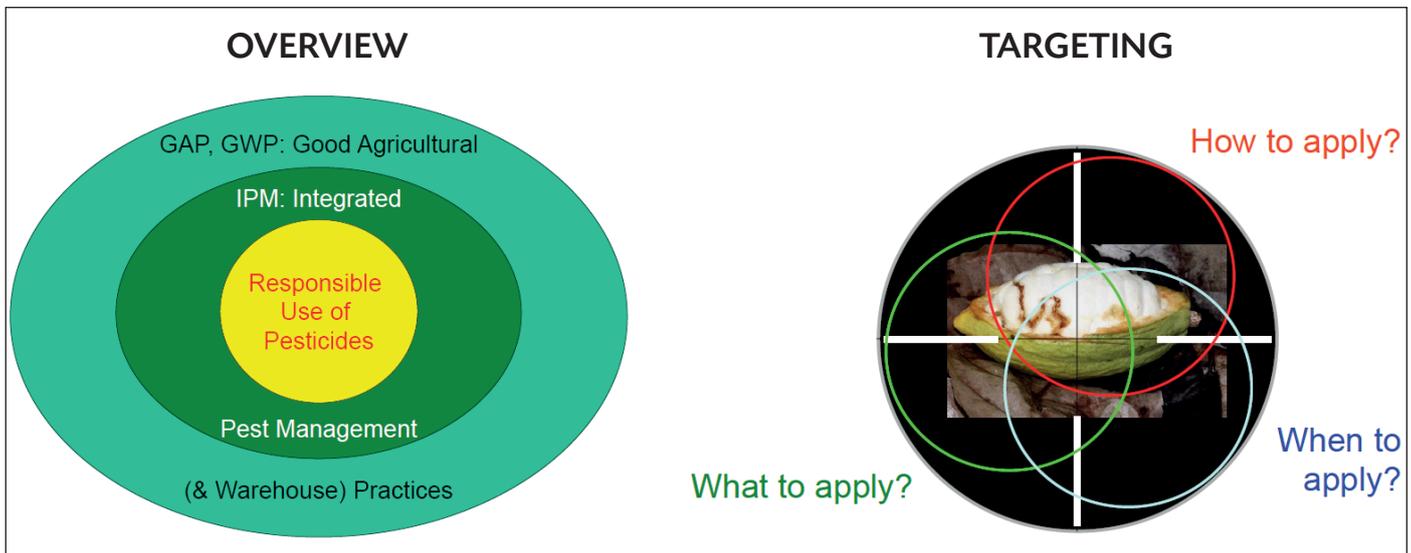
En la actualidad existe una necesidad urgente de programas de extensión, para trasladar a cada una de las principales regiones cacaoteras información sobre técnicas más racionales para la aplicación de plaguicidas, abordando en primer lugar cuestiones como:

- ¿Cuáles son los verdaderos niveles de control de plagas y los costes operativos (en grandes superficies)?
- ¿Podremos sustituir en un futuro próximo todos los productos actualmente utilizados y peligrosos (clases I y II de la OMS/EPA)?
- ¿Por qué son tan populares los plaguicidas más antiguos?
- ¿Existen otras técnicas de control que tengan un impacto ambiental mínimo, pero que controlen eficazmente las plagas objetivo?

El término “uso responsable (o racional) de plaguicidas” (URP⁴¹, o UR en la literatura de *CropLife*) describe el empleo selectivo y seguro de los plaguicidas como parte de una estrategia de manejo de plagas. Hay tres elementos clave para mitigar los efectos adversos de los plaguicidas: la mejora de la selectividad de los propios productos, y la precisión de su aplicación tanto en el espacio como en el tiempo. Entre otros beneficios potenciales cabe destacar la reducción de costes (tanto de plaguicidas como de mano de obra), la mejora de la seguridad y la reducción del impacto ambiental. Por lo tanto, el URP implica una serie de tácticas y herramientas para gestionar los residuos dentro de una estrategia de MIP, que a su vez es un componente de las Buenas Prácticas Agrícolas. Los capítulos siguientes pretenden proporcionar una información básica esencial, que conduce a una descripción práctica de las formas en las que deben emplearse los plaguicidas, a saber:

- 1. **Diagnóstico** del problema
- 2. **Selección** de productos
- 3. Técnicas de **aplicación** seguras y eficaces
- 4. **Momento** de aplicación - no sólo para un mejor control de las plagas, sino específicamente para la gestión de residuos; se establece en base al **Intervalo Pre-Cosecha (IPC** - el tiempo mínimo permitido entre la última fumigación y la recolección).





En la práctica, el URP sólo puede lograrse realmente con **precisión y comprensión** de los propios plaguicidas, sus propiedades y las técnicas de aplicación; este tema se trata en el capítulo 4.

3.4 Certificación

Muchos de los principales fabricantes de chocolate insisten ahora en la necesidad de la trazabilidad a lo largo de las cadenas de suministro, y colaboran con diversas organizaciones de certificación, tres de las cuales se describen a continuación. Las primeras experiencias revelaron lo difícil que puede resultar establecer y mantener incluso unas normas laborales (por no hablar de normas sanitarias y fitosanitarias menos “visibles”) en zonas remotas, con cadenas de suministro de cacao a menudo complejas, lo cual lleva a algunos a preguntarse hasta qué punto la certificación es positiva para los cacaocultores. La ICCO encargó un estudio* sobre las ventajas, posibles desventajas y costes de la certificación para los cacaocultores, junto con una investigación de su contribución a la ‘sostenibilidad’ del sector. Se constató que “un aumento medio de los rendimientos del 89% en Ghana y del 101% en Côte d’Ivoire, como consecuencia de las intervenciones por parte de los programas de certificación (por ejemplo, un acceso más fácil a plaguicidas, fertilizantes, formación y buenas prácticas agrícolas), junto con una prima [de precio] por tonelada, son los incentivos más fuertes.” Sin embargo, los cacaocultores a menudo tienen que comprometerse a una inversión inicial (tanto de dinero como de esfuerzo) y también se han planteado dudas sobre la equidad de la distribución de las primas, sobre todo entre los pequeños cacaocultores. Las explotaciones de mayor tamaño y las cooperativas pueden beneficiarse de las actividades de los sistemas de certificación (con un énfasis algo distinto):



Certificación CEN-ISO : En 2019/2020, el Comité Europeo de Normalización (CEN) y la Organización Internacional de Normalización (ISO) publicaron la serie de normas ISO 34101 para el cacao sostenible y trazable con el fin de fomentar la profesionalización del cultivo del cacao**. La norma consta de cuatro partes. La primera parte: Requisitos para los sistemas de gestión de la sostenibilidad del cacao, se centra en ayudar a los usuarios a aplicar prácticas eficaces que les permitan mejorar continuamente su negocio. La Parte 2 se ocupa de los requisitos de rendimiento relativos a criterios económicos, sociales y medioambientales. Las partes 3 y 4 esbozan los requisitos para los sistemas de trazabilidad y certificación***. En la página web (<https://www.cen.eu/>) se indica: “Las actividades del CEN en relación con la seguridad alimentaria están en consonancia con el objetivo de la Unión Europea de lograr el mayor nivel posible de protección de la salud de los consumidores de alimentos europeos. La legislación de la UE en materia de seguridad alimentaria establece una cascada de métodos que se utilizarán a efectos de control oficial. Se da preferencia a los

* www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/302-study-on-the-costs-advantages-and-disadvantages-of-cocoa-certification-october-2012.html

** www.standards.cencenelec.eu/dyn/www/f?p=205:32:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:915650,25&cs=186971D7DCA57FB8AA001D0108ED514CD

*** www.cencenelec.eu/news-and-events/news/2020/briefnews/2020-10-23-standardization-impact-sustainable-development/

métodos que cumplen normas o protocolos reconocidos internacionalmente, como los descritos en las publicaciones del CEN. Por lo tanto, la mayoría de las normas europeas y otros entregables desarrollados por el CEN en el área de alimentos y piensos están respaldados por mandatos de la Comisión Europea que solicitan el desarrollo de métodos validados de análisis de alimentos y piensos". Bajo el 'Acuerdo de Viena (1991), el CEN y la ISO pretenden evitar la duplicación de normas.

Fairtrade International (FLO) (<http://www.fairtrade.net>): es una asociación multipartita sin ánimo de lucro en la que participan 28 organizaciones miembros y asociadas. Establece criterios laborales y económicos, así como medioambientales y fitosanitarios. "Las Normas de Comercio Justo incluyen el cumplimiento de prácticas agrícolas medioambientalmente racionales. Se centran en lo siguiente: el empleo mínimo y seguro de productos agroquímicos, la gestión adecuada y segura de los residuos, el mantenimiento de la fertilidad del suelo y de los recursos hídricos y la exclusión de organismos genéticamente modificados. Las Normas de Comercio Justo no requieren la certificación ecológica. Sin embargo, se fomenta la producción ecológica, que se compensa mediante el pago de Precios Mínimos de Comercio Justo más elevados para productos de cultivo ecológico". En su Documento para Organizaciones de Pequeños Productores¹ hacen hincapié en el manejo integrado de plagas y en el uso de plaguicidas de baja toxicidad*.

Rainforest Alliance (<http://www.rainforest-alliance.org>) es una organización no gubernamental (ONG) internacional fundada en 1987 "para construir una alianza con el fin de proteger los bosques, mejorar los ingresos de los agricultores y las comunidades forestales, promover sus derechos humanos y ayudarles a mitigar la crisis climática y adaptarse a ella"^{**}. Trabajando con una red de grupos ecologistas, los productores han de cumplir con las normas apropiadas para proteger la fauna, las tierras silvestres, los derechos de los trabajadores y las comunidades, para poder emplear el sello de certificación (ilustrado). Rainforest Alliance, ya vinculada a la Red de Agricultura Sostenible (RAS: www.sanstandards.org), se fusionó con UTZ en 2018 y juntos publicaron su Norma de Agricultura Sostenible 2020. Hay tres tipos de requisitos para permitir y medir la mejora de las explotaciones: básicos, de mejora obligatoria y autoseleccionados para cada área de enfoque, incluida la gestión, la trazabilidad, los ingresos, la agricultura, lo social y lo medioambiental. La gestión de los productos agroquímicos se incluye principalmente en la categoría de agricultura. Como parte de esta norma, Rainforest Alliance también elabora un documento sobre la gestión de plaguicidas en el que se enumeran los plaguicidas prohibidos y de mitigación de riesgos^{***}.

3.4.1 Criterios de las entidades certificadoras

El principio de precaución es un concepto especialmente fuerte en Europa (a diferencia del enfoque *caveat emptor* que suele predominar en otros lugares) y a menudo se ha utilizado como principio rector para limitar el uso de plaguicidas. No hay ninguna razón por la que el principio de precaución no pueda ser coherente con las BPA, y los principales defensores en Europa de este enfoque (en contraposición a la agricultura ecológica) son un grupo de organizaciones nacionales vinculadas por la Iniciativa Europea para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura (EISA - <http://www.sustainable-agriculture.org>).

Los usuarios potenciales deben conocer los criterios con los que los sistemas de certificación evalúan las BPA y, en particular, las normas sanitarias y fitosanitarias. En la toma de decisiones pueden haber influido otras organizaciones y grupos de presión, como la Alianza ISEAL (<http://www.isealliance.org/>) y la Red de Acción en Plaguicidas (PAN: <http://www.pan-europe.info/>, <http://www.panna.org/>), que contribuyen a la elaboración de listas de plaguicidas "prohibidos" o "vetados". Lamentablemente, algunas listas recientes han incluido sustancias cuyo uso en realidad está autorizado tanto en los países productores de cacao como en los de la OCDE, y confunden productos controvertidos (pero autorizados) con plaguicidas obsoletos y otros altamente peligrosos.

Por lo tanto, las entidades certificadoras corren el riesgo de enviar "mensajes contradictorios" a los agricultores; últimamente, se han constatado esfuerzos por "prohibir" importantes grupos de MdA, sin identificar técnicas eficaces, viables y alternativas para el manejo de plagas. Según el Grupo de Trabajo sobre Plaguicidas de ECA/CAOBISCO, es imprescindible coordinar y reforzar las actividades de las Autoridades Reguladoras pertinentes, que son las únicas entidades competentes y legales realmente capaces de prohibir sustancias nocivas.

* www.fairtrade.net/fileadmin/user_upload/content/2009/standards/documents/2013-02-12_EN_SPO_Explan_Doc_3_.pdf

** www.rainforest-alliance.org/about/

*** www.rainforest-alliance.org/resource-item/annex-s7-pesticides-management/

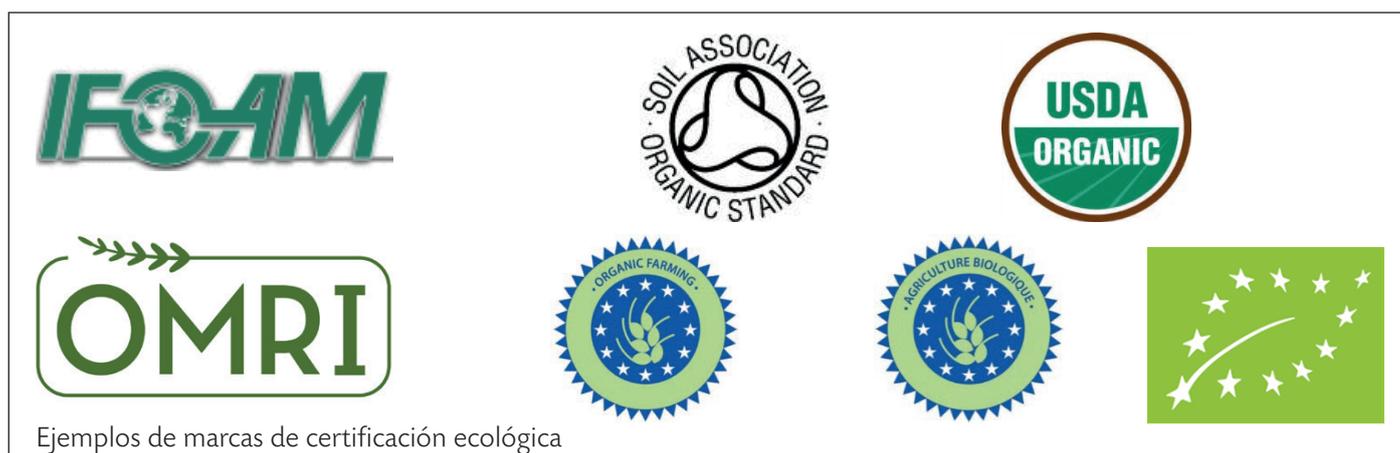
3.4.2 Cacao ecológico

Tras una serie de “alarmas alimentarias”, y ante la preocupación de los consumidores por la seguridad de los alimentos, la producción de cacao ecológico ha experimentado un crecimiento notable desde principios del presente siglo*, aunque la tasa de crecimiento se ha visto mermada por la recesión posterior a 2008. Cuando la certificación se aplica con éxito, el cacaocultor se beneficia de los elevados precios de la cosecha, aunque algunos advierten que la producción puede incluir cacao “ecológico por defecto” – en cuyo cultivo los cacaocultores simplemente no utilizan insumos como fertilizantes y pesticidas (a menudo con baja productividad) – en lugar de adherirse activamente a los principios de la agricultura ecológica.

En la actualidad, existen varias interpretaciones de la agricultura ecológica en distintas regiones del mundo, que reflejan diferentes enfoques (agrícola/técnico, económico o científico y filosófico). En 1999, el *Codex Alimentarius* formuló una definición general: “La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos, y la actividad biológica del suelo. Hace hincapié en el empleo de prácticas de gestión prefiriéndolas respecto al empleo de insumos externos a la finca, teniendo en cuenta que las condiciones regionales requerirán sistemas adaptados localmente. Esto se consigue empleando, siempre que sea posible, métodos culturales, biológicos y mecánicos, en contraposición al uso de materiales sintéticos, para cumplir cada función específica dentro del sistema”. La mayoría de las entidades certificadoras están afiliadas a la Fundación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica (IFOAM: www.ifoam.org). La IFOAM promueve cuatro principios de la agricultura ecológica: (i) salud: del suelo, de la planta, del animal, del ser humano y del planeta; (ii) ecología: trabajar con sistemas y ciclos; (iii) justicia: caracterizada por la equidad, el respeto, la imparcialidad y la administración; (iv) cuidado: trabajar de forma preventiva y responsable.

La producción ecológica no está exenta de polémica, y entre los argumentos en contra¹⁸ destaca el daño que provoca la agricultura extensiva (uso de la tierra) a ecosistemas enteros: en lugar de la “intensificación sostenible”¹⁹ necesaria para alimentar a una población humana creciente desde unas tierras agrícolas limitadas. Además, la agricultura ecológica rara vez está “libre de plaguicidas”, aunque sus defensores declaren que les preocupan las sustancias que son “bioacumulativas” o “muy persistentes en el medio ambiente”. En zonas donde predominan enfermedades del cacao como la *Phytophthora megakarya*, la pérdida de cosechas podría ser muy grave para los productores ecológicos que sólo confían en los controles culturales. Al ser elemental, el cobre no es degradable y se acumula en el suelo con el uso continuado²⁰. Los pocos estudios realizados hasta la fecha no han identificado efectos nocivos de la exposición a medio plazo para los organismos del suelo²¹, aunque un estudio brasileño indicó que altas concentraciones de este elemento podrían afectar negativamente a la importante leguminosa de sombra *Erythrina fusca*. Se puede argumentar que, por el contrario, algunos productos químicos sintéticos utilizados por los productores convencionales son más seguros de aplicar (los compuestos de cobre varían en toxicidad entre la clase I y III) y degradables en el medio ambiente**. En la UE, se propuso que el uso del cobre fuera inferior a 8 kg/ha/año después de 2002, y la IFOAM sugirió que se retirara por completo después de 2010. Sin embargo, los agricultores “ecológicos” siguen pulverizando cobre, pero ahora normalmente hasta un límite de 6 kg/ha/año. Esto representa probablemente un máximo de 4 pulverizaciones por temporada con las dosis normales de aplicación; el uso de fungicidas de cobre se trata con más detalle en la sección 4.5.2.

El cacao certificado como “ecológico” cuenta con una prima considerable de precio. En todo el mundo existen varios sistemas y marcas para certificar los productos ecológicos, por ejemplo:



* www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/doc_download/114-a-study-on-the-market-for-organic-cocoa-september-2006.html

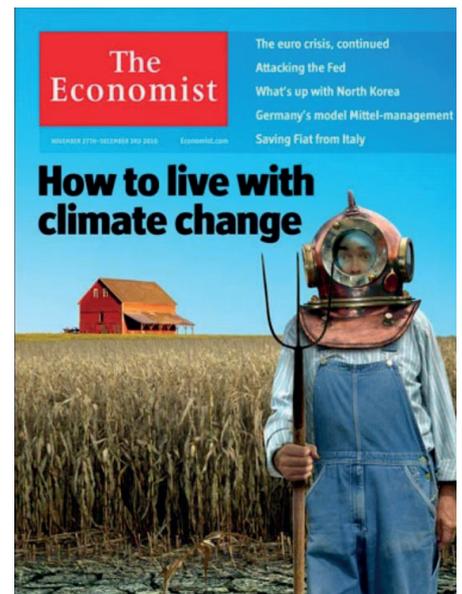
** En el momento del registro, los fabricantes de plaguicidas deben declarar las vías de descomposición de los IA y sus metabolitos.

El logotipo de la “eurohoja” (abajo a la derecha) es obligatorio desde el 1 de julio de 2009 para los alimentos ecológicos preenvasados producidos en cualquiera de los 27 Estados miembros de la UE. Dentro de la UE, el logotipo con las palabras “Agricultura ecológica” o sus traducciones (abajo a la izquierda y en el centro) puede ser utilizado de forma voluntaria por los productores cuyos sistemas y productos hayan sido calificados de satisfactorios. El Reglamento (CE) n° 889/2008 de la UE establece las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n° 834/2007 del Consejo, que deroga y sustituye al Reglamento (CE) n° 2092/91, con el fin de definir de forma más explícita los objetivos, principios y normas aplicables a la producción ecológica y contribuir a la transparencia y la confianza de los consumidores, así como a una percepción armonizada del concepto de producción ecológica*.

3.4.3 Hacia una ‘intensificación sostenible’

Este manual se centra en el uso adecuado de plaguicidas para una maximización sostenida de los rendimientos, dentro de un contexto de BPA/MIP que podría aplicarse en la explotación o en el almacenamiento de cacao a granel. El manejo integrado de plagas (MIP), antes considerado por algunos como una nimiedad, se ha convertido ya en una necesidad: ya no puede significar “Mantra Increíblemente Popular”. Se trata de un enfoque riguroso y multidisciplinar del cultivo de productos agrícolas, y ahora crece la presión política a favor de su aplicación. Durante la próxima década, habrá una demanda cada vez mayor de técnicas de MIP novedosas pero al mismo tiempo prácticas y eficaces, para los productores tanto de cacao como de otros cultivos.

El prolongado debate sobre temas relacionados con los plaguicidas no muestra signos de disminuir, y se debe a la necesidad de aumentar la producción de todos los alimentos, incluido el cacao, pero también debe considerarse en contextos más amplios, como la pérdida de hábitats y el cambio climático.



* www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2007/L_189/L_18920070720en00010023.pdf

4.1 ¿Qué es un plaguicida?

El término “plaguicida” puede definirse simplemente como cualquier sustancia que se utiliza para controlar una plaga en cualquier fase de la producción, almacenamiento o transporte de los cultivos. En la actualidad existe un consenso general en que el término “plaga” se aplica a todos los organismos que dañen los cultivos, ya sean insectos, enfermedades, malas hierbas, etc. En el pasado, ha habido cierta confusión entre el término “plaguicida” – que a veces se ha aplicado específicamente a los agentes de control de insectos – y el término “herbicida”, al manejarse los herbicidas por separado como cuestión agronómica independiente.

Los principales grupos de plaguicidas son:

- Fungicidas - para enfermedades de las plantas, tales como la podredumbre negra
- Herbicidas - matan las malas hierbas
- Insecticidas: controlan las plagas de insectos, pero también pueden ser
 - acaricidas: para el control de los ácaros
 - nematicidas: para el control de los nematodos (gusanos redondos)
 (Nota: no todos los insecticidas matan ácaros y nematodos; por otra parte, muchos productos insecticidas se venden principalmente como acaricidas y nematicidas).
- Rodenticidas: matan ratas y ratones (suelen ser mucho menos eficaces contra las ardillas)
- Otros tipos de plaguicidas son los molusquicidas (que matan babosas y caracoles) y los bactericidas, pero éstos no suelen utilizarse en el cacao. En ocasiones, algunas sustancias tienen acción múltiple (por ejemplo, el metam es a la vez fungicida, herbicida y nematicida).

Cada uno de estos grupos principales se clasifica a su vez según su tipología química o bien según su **modo de acción** biológico (**MdA**) - véase la sección 4.5.

Desgraciadamente, el término “plaguicida” a menudo se traduce por palabras que también significan “medicamento” o algo parecido. Una vez más, es importante ser preciso y específico: entre los agricultores existe la idea errónea de que todos los plaguicidas hacen algún bien, sean cuales sean sus propiedades, aunque en realidad pueden resultar perjudiciales.

4.2 Nombres y composición de los plaguicidas

Desde un punto de vista jurídico, uno de los principales métodos de comunicación entre una empresa agroquímica y el usuario es la **etiqueta del producto**. Las palabras más llamativas de la etiqueta suelen ser el **nombre comercial (o marca)** y, por supuesto, a la empresa química le interesa promocionar su **marca concreta** de plaguicida. Sin embargo, es el **ingrediente activo (IA: también llamado sustancia activa)** y su concentración lo que más interesa desde el punto de vista de la eficacia, la seguridad y las tolerancias de residuos.

El uso rutinario de nombres de marca puede causar confusión porque:

- A menudo (y cada vez más) la marca representa un producto que contiene una mezcla de ingredientes activos;
- En distintos países e idiomas pueden utilizarse distintos nombres comerciales para el mismo producto;
- Los ingredientes activos – sobre todo productos de éxito – pueden modificarse con el tiempo;
- El nombre de una determinada formulación (y los números utilizados en el nombre) pueden no ajustarse a las normas internacionales.

Las etiquetas también deben indicar el **nombre químico**, que sigue las normas de nomenclatura establecidas por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) adaptadas para su indexación en *Chemical Abstracts*. En la práctica, los **nombres comunes** (para los que existen normas ISO) se utilizan generalmente para describir los ingredientes activos. Por ejemplo, un insecticida piretroide de uso común en el cacao es:

Nombre común (ISO) - lambda-cialotrina - más fácil de recordar que el ...

Nombre químico - de dos estereoisómeros: (S)- -ciano-3-fenoxibencil (Z)-(1R,3R)-3-(2-cloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enil)-2,2-dimetilciclopropanocarboxilato y (R)- -ciano-3-fenoxi-bencil (Z)-(1S,3S)-3-(2-cloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enil)-2,2-dimetilciclopropanocarboxilato

Los nombres comerciales son numerosos (sobre todo ahora que la patente del compuesto ha expirado), pero entre ellos figuran "Karate", "Kung Fu" y "Matador" (utilizados por la misma empresa en distintos países)*.



4.2.1 Ingredientes activos (IA), composición, formulación

A efectos de toxicología, análisis de residuos y eficacia, es el **IA**, descrito por su denominación común ISO, el que será objeto de análisis científico. Sin embargo, los productos plaguicidas rara vez consisten en **material técnico puro**. El IA suele estar **formulado** con otros ingredientes, y éste es el producto tal y como se vende, pero puede diluirse aún más durante su uso. La **formulación** mejora las propiedades de un producto químico para su manipulación, almacenamiento y aplicación, y puede influir de forma notable en la eficacia y la seguridad.

La terminología de formulación debe seguir una convención de 2 letras (por ejemplo GR: gránulos), recogida por *CropLife International* (antes GIFAP y después GCPF) en el *Catálogo de Tipos de Formulación de Plaguicidas* (Monografía 2²²), también reconocido por la FAO. Algunos fabricantes todavía no cumplen con estas normas industriales, lo cual puede confundir a los usuarios.

Los productos más utilizados, con diferencia, son las formulaciones que se pueden mezclar con agua y aplicar a continuación en forma de aerosol. Las formulaciones más antiguas, miscibles en agua, incluyen:

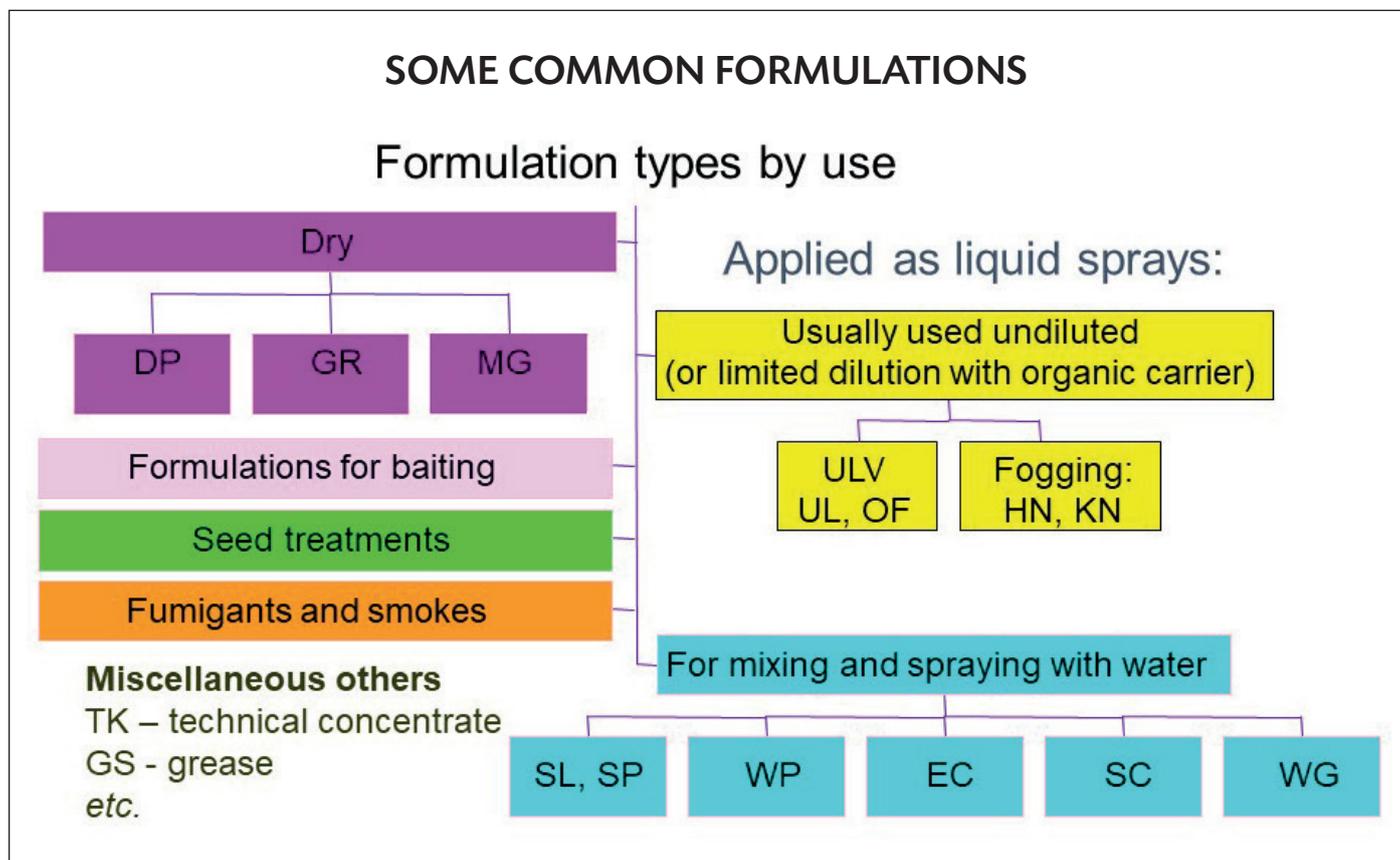
- | | | | |
|------------------------------|----|-----------------------------------|----|
| >>> Concentrado emulsionable | EC | >>> Concentrado soluble (líquido) | SL |
| >>> Polvo mojable | WP | >>> Polvo soluble | SP |

*La inclusión de compuestos o productos es meramente ilustrativa y no implica recomendación alguna.

Entre las formulaciones más recientes, no a base de polvos y con un uso reducido o nulo de disolventes peligrosos y una estabilidad mejorada, cabe destacar las siguientes:

- >>> Concentrado en suspensión SC
- >>> Suspensiones en cápsulas CS
- >>> Gránulos dispersables en agua WG

Fig. 4.2 Los principales grupos de formulaciones plaguicidas pueden ilustrarse del siguiente modo:



Muy ocasionalmente, algunos plaguicidas (por ejemplo, el malatión) pueden venderse como material técnico (TC - principalmente IA, pero también contiene pequeñas cantidades de subproductos, normalmente no activos, del proceso de fabricación). Las técnicas de volumen ultrabajo (ULV) que utilizan formulaciones en solución oleosa (UL) o en suspensión (OF) aún no se han probado ampliamente en el cacao, aunque en algunos países con grandes plantaciones de cacao se han ensayado técnicas de nebulización. Los espolvoreos (DP) se utilizan ahora raramente y se sabe que son ineficaces y peligrosos (se han sustituido por microgránulos o MG para otros cultivos como el arroz).

En la UE, los materiales de formulación se encuentran cubiertos ahora por la nueva normativa REACH²³ (CE 1907/2006), diseñada para promover el uso de métodos alternativos para la evaluación de las propiedades peligrosas de las sustancias; se han desautorizado varios grupos químicos utilizados antes en formulaciones de plaguicidas (por ejemplo, los tensioactivos de alquilfenol etoxilado o APE).

4.3 Actividad biológica de los plaguicidas

Al aplicar un plaguicida se pretende conseguir un efecto biológico sobre la plaga objetivo. Los científicos suelen describir este efecto como una **respuesta y depende de la dosis**, lo cual normalmente significa que cuanto mayor sea la dosis, más individuos de una **población** de organismos se verán afectados (y, en última instancia, morirán). La población en cuestión pueden ser las **plagas objetivo**, pero también los seres humanos expuestos involuntariamente u otros **organismos no objetivo** (animales y plantas beneficiosos o inocuos). Esto se evalúa en experimentos de laboratorio denominados **bioensayos**, en los que la respuesta se mide en un rango de dosis (distintas cantidades de plaguicida [IA] administradas individualmente a los organismos objetivo).

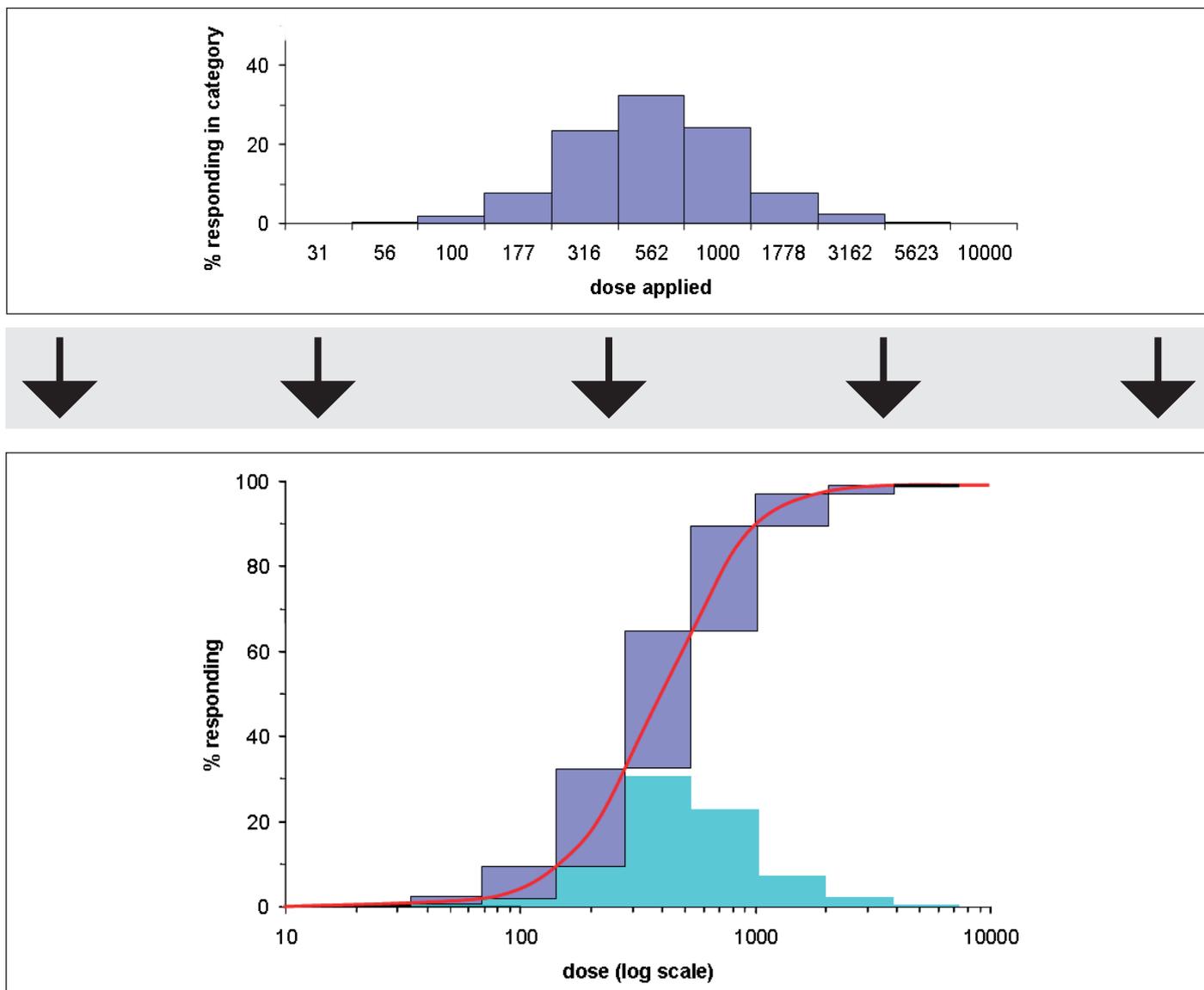
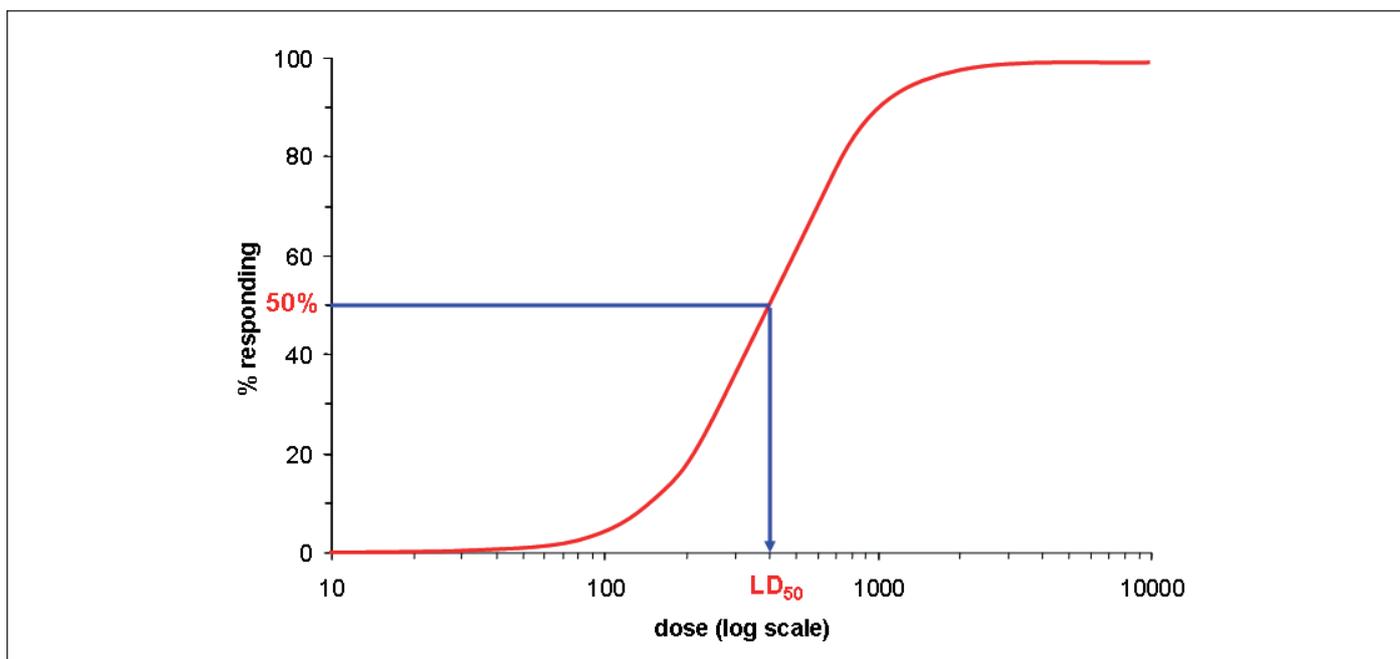


Fig. 4.3. Origen de la curva sigmoidea dosis-respuesta a partir de la curva de distribución normal (**arriba**) acumulada en una escala 0-100%. Las dosis están en una escala logarítmica (sin la cual la curva "S" sería muy asimétrica). A partir de esta relación, se pueden derivar estadísticas como la LD₅₀ (**abajo**).



Expresada en una gráfica, se trata de una respuesta **no lineal**, es decir, no sigue una línea recta sino que suele adoptar la forma de una curva sigmoidea (en forma de "S") (véase la Fig. 4.2). El primer gráfico muestra que esta curva sigmoidea se ha derivado de la **distribución normal**, la curva en forma de campana que describe la variabilidad natural generalizada en los organismos vivos (por ejemplo, la altura de las personas, el peso de las mazorcas de cacao o la capacidad de los animales para soportar la sequía). Mediante el análisis de esta curva dosis-respuesta, se puede hacer una estimación de la **dosis letal media** o LD_{50} de un plaguicida para un grupo de organismos (es decir, la dosis exacta que mataría al 50% de una población experimental de plagas).

La LD_{50} se deriva de la curva dosis-respuesta y representa la dosis a la que muere el 50% de los organismos de ensayo (como las plagas). En experimentos prácticos, suele haber una variabilidad considerable en la mortalidad medida a distintas dosis, por lo que se utilizan métodos estadísticos (denominados análisis logit o probit) para determinar la LD_{50} con la mayor precisión posible.

Pueden emplearse otros niveles de respuesta, como la LD_{10} y la LD_{90} (es decir, el nivel de control del 10 % y el 90 %, respectivamente), pero la LD_{50} es la más utilizada, ya que representa el punto en el que la dosis puede estimarse con mayor precisión. En algunos bioensayos, el plaguicida no se administra directamente al objetivo, por lo que no se conoce la dosis real aplicada a un individuo determinado. Pueden haberse aplicado distintas **dosis** (véase el apartado 6.1) (por ejemplo, distintas tasas de depósito en superficie de diversas concentraciones de mezclas de plaguicidas), en cuyo caso se citará la **concentración letal media** o CL_{50} .

4.4 Propiedades de los plaguicidas y modos de transferencia de la dosis

Hay cientos de plaguicidas que actúan de diversas maneras, y los distintos tipos de acción de control afectan a la cantidad, la eficacia, la velocidad y el modo de **transferencia de la dosis** a la plaga objetivo.

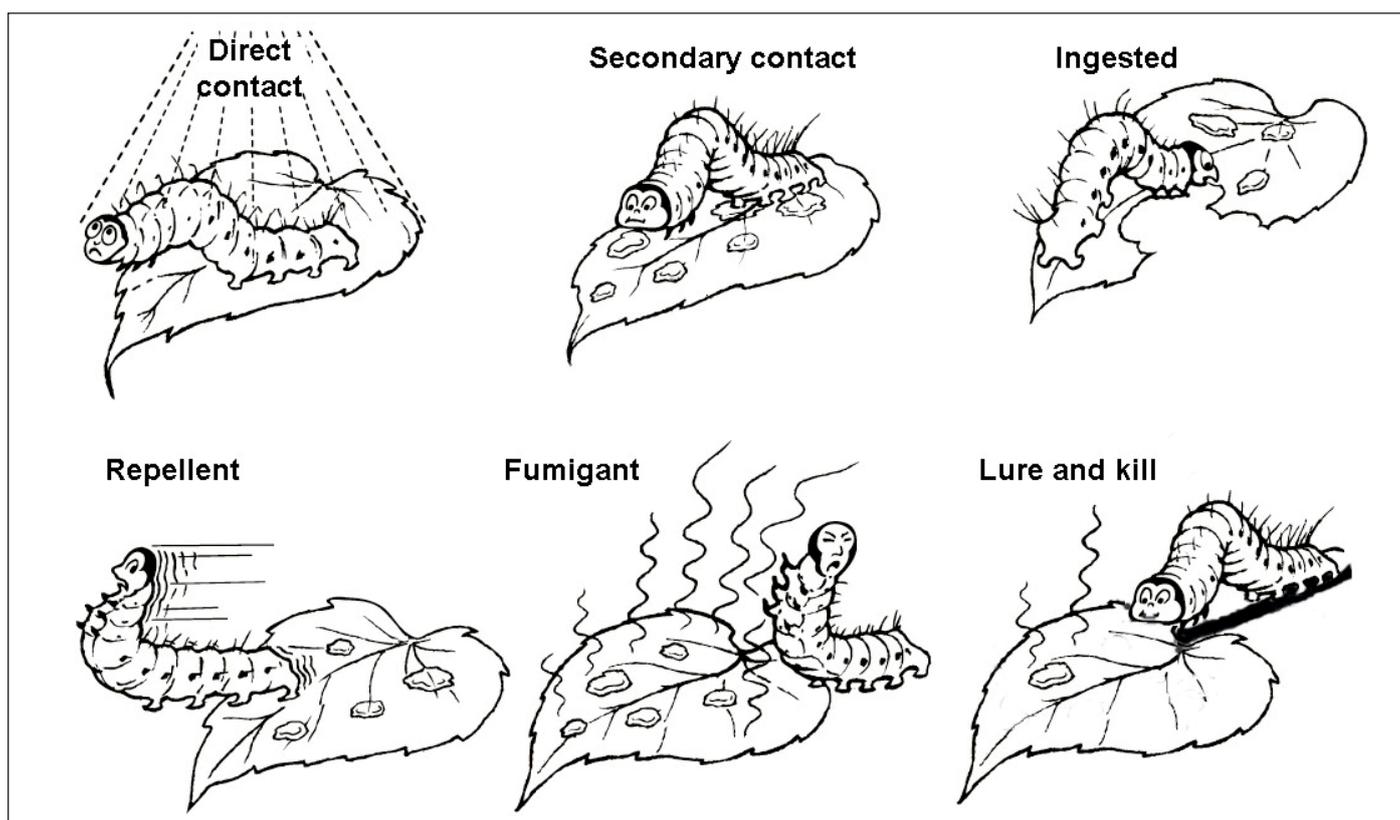


Fig. 4.4 Resumen de los principales mecanismos de transferencia de dosis de insecticidas.

Los agricultores (y los investigadores) no siempre son conscientes de que, salvo en determinadas circunstancias, el **contacto directo** con la pulverización constituye un mecanismo de transferencia de dosis relativamente poco importante. Muchos insecticidas necesitan que las plagas recojan una dosis letal tras arrastrarse por los depósitos (**contacto secundario**) o por **ingestión**. Los fungicidas como el cobre, que sólo ejercen una **acción protectora**, deben igualmente estar bien distribuidos por la superficie de la planta para evitar la infección por enfermedades fúngicas. En la práctica, los insecticidas de contacto y los fungicidas protectores deben aplicarse con una buena cobertura de las gotas de pulverización para que entren en contacto con el objetivo (aunque los depósitos de cobre pueden **redistribuirse** sobre la superficie de la planta

por el agua de lluvia). La **acción fumigante** es especialmente importante para el control de las plagas de almacenamiento. Algunos insecticidas más antiguos (por ejemplo, lindano y endosulfán: véase Insecticidas) eran especialmente eficaces, ya que la acción fumigante a menudo ayudaba a compensar una aplicación inadecuada en el campo (difícil en el mejor de los casos con el cacao). La **repelencia** no resulta siempre beneficiosa, sobre todo si los depósitos son de corta duración o si las plagas recogen dosis subletales. Sin embargo, el concepto de **atraer y matar** (en el que un insecticida se mezcla con un atrayente) se ha utilizado con mucho éxito para el control de plagas como la mosca de la fruta.

La **ingestión** de insecticidas puede producirse por varias vías: a partir de un **depósito residual** (como se ilustra en el ejemplo) o por **translocación** -donde los plaguicidas tienen capacidad para ser absorbidos por la planta y se redistribuyen, incluso hasta el lugar del ataque-. Dependiendo de sus propiedades físico-químicas (sección 4.4.1), algunos plaguicidas pueden ser **translaminares** (recorren distancias cortas a través de la superficie de las hojas hasta los tejidos) o bien **sistémicos** (cuando el insecticida, fungicida o herbicida se transloca a distancias mayores).

La **acción sistémica** es una característica importante de muchos fungicidas y herbicidas modernos, además de ser a menudo eficaz para el control de insectos chupadores (pulgones, cápsidos, cochinillas, etc.) y plagas "crípticas" (por ejemplo, insectos con pocas probabilidades de entrar en contacto con una pulverización de plaguicidas al introducirse en la planta). La translocación sistémica suele ser **acropetal**, ascendiendo por la planta desde el punto de aplicación, o hacia los bordes de las hojas si éstas se pulverizan. Sólo los herbicidas (además un pequeño número de fungicidas fosfonados y un insecticida recientemente introducido) recorren la planta de arriba abajo (translocación basipetal) hacia las raíces.

4.4.1 Propiedades físicas y químicas (y dónde obtener información)

Los lectores que deseen saber más sobre plaguicidas pueden consultar el *Manual de plaguicidas*²⁴, disponible en forma de libro o en formato electrónico (este último se actualiza anualmente)*. Una vez más, nunca se insistirá lo suficiente en la importancia de la precisión, y una obra de referencia como ésta es una herramienta esencial para los responsables políticos, los científicos expertos en protección de cultivos, etc. El *Manual de plaguicidas* incluye información sobre:

- >>> Nombres: tanto la nomenclatura internacional como los nombres comerciales más comunes
- >>> Físicoquímica y métodos de análisis
- >>> Comercialización y revisiones toxicológicas (incluido el número de registro del Chemical Abstracts Service [CAS RN] y la situación en la normativa de la UE)
- >>> Modo de acción, usos comunes y tipos de formulación
- >>> Toxicología en mamíferos
- >>> Ecotoxicología y destino final en el medio ambiente

Aunque gran parte de esta información es de carácter especializado, cualquier persona que pretenda asesorar sobre el empleo de plaguicidas debe estar familiarizada con la función de ciertos datos cruciales.

La información sobre propiedades tales como la presión de vapor, la solubilidad y el coeficiente de partición ($\log P$) puede dar pistas importantes sobre el comportamiento de un compuesto en la planta o el medio ambiente.

- >>> **Solubilidad:** Salvo indicación contraria, la solubilidad en agua se expresa en mg por litro (mg L^{-1}). Las mediciones se ven influidas por la temperatura, el pH y el método utilizado.
- >>> **Coefficiente de partición: K_{ow} (expresado como $\log P$)** es una medida de la lipofilia/hidrofilia de una sustancia. En la mayoría de los plaguicidas y otras sustancias orgánicas, el K_{ow} es un indicador útil de sus propiedades, siempre que el peso molecular no sea demasiado elevado. Es un parámetro adimensional y representa la relación medida (en equilibrio) de la masa disuelta de la sustancia, entre capas iguales de n-octanol y agua. K_{ow} se expresa a menudo como $\log P$ (el logaritmo en base 10 de la K_{ow}) y se considera un buen indicador de:
 - la acción sistémica: los valores bajos (generalmente ≤ 2) indican una probable translocación sistémica de los plaguicidas o de sus productos de descomposición; los valores muy bajos (o negativos) suelen indicar translocación basipetal, como ocurre con muchos herbicidas sistémicos.
 - la acumulación en organismos y cadenas alimentarias (bioacumulación: con una correlación positiva con $\log P$).
- >>> **Presión de vapor (vp):** es una medida de la facilidad con la que se volatiliza y, en el caso de los plaguicidas, puede considerarse positiva o negativa:
 - un plaguicida con acción fumigante puede tener una capacidad de penetración útil, pero...

*Un recurso gratuito en línea que enumera muchas propiedades de los plaguicidas puede consultarse en: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/search.htm>

• una vp elevada puede provocar la deriva de los vapores y la contaminación del medio ambiente; se observó por primera vez con algunos de los primeros herbicidas auxínicos sintéticos.

La unidad SI utilizada habitualmente para la presión de vapor es el milipascal ($\text{mPa} = \text{g}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$ o $0,001 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$).

➤➤ **La Constante de Henry** : o coeficiente de partición aire-agua (a veces K_{aw}) describe la relación de concentración de una sustancia en equilibrio entre el aire y el agua, es decir, la tendencia de un material a volatilizarse desde una solución acuosa al aire. A veces se mide, pero normalmente se calcula, como la relación entre la presión de vapor (en pascales) \times el peso molecular / la solubilidad (mg L^{-1}).

➤➤ **Coefficiente de adsorción: K_{oc}** es la relación (en equilibrio) entre la masa de una sustancia adsorbida en una unidad de masa de suelo y la masa que permanece en la solución acuosa. Está fuertemente influenciado por el contenido de carbono orgánico (CO) del suelo y su valor depende también del tipo y del pH del suelo; por lo tanto, debe utilizarse con cuidado y es habitual encontrar una gama de valores dados.

● 4.5 Grupos de Modo de Acción (MdA)

Históricamente, los plaguicidas a menudo se han clasificado en función de sus grupos químicos, lo cual resulta útil para comprender las propiedades de un determinado compuesto (como en el caso anterior). Sin embargo, el primer dato que se da para la mayoría de los compuestos en el *Manual de Plaguicidas*³ es el grupo de **modo de acción (MdA)**, que posiblemente representa la clasificación de plaguicidas más útil para los biólogos.

Los datos referentes al MdA pueden ser algo como 'FRAC G1', 'IRAC 2A' o 'HRAC G'. Desde el punto de vista de la industria de los plaguicidas, una de las amenazas más importantes para la sostenibilidad y la innovación de los productos es la aparición de **resistencias** (véase la sección 4.6). Las empresas basadas en la investigación colaboran (bajo los auspicios de *CropLife International*) para desarrollar una mejor comprensión de los mecanismos de MdA, y así crear un "bien común" al mitigar la aparición de resistencias. En la actualidad, existen cuatro comités especializados:

- Comité de Acción contra la Resistencia a los Fungicidas (FRAC)
- Comité de Acción contra la Resistencia a los Insecticidas (IRAC)
- Comité de Acción contra la Resistencia a los Herbicidas (HRAC)
- Comité de Acción contra la Resistencia a los Rodenticidas (RRAC)

El MdA describe la forma en que un plaguicida ataca algún proceso biológico (a menudo una determinada vía bioquímica en un tipo concreto de células vivas) dentro de la plaga. Por ejemplo:

- Los herbicidas selectivos podrían atacar procesos fotosintéticos específicos en los cloroplastos de células vegetales susceptibles (es decir, malas hierbas, pero no cultivos).
- Los insecticidas con piretroides y neonicotinoides (NNI) atacan las células nerviosas (y tienen un **espectro bastante amplio**).
- Las fenilamidas que atacan vías específicas de síntesis de ácidos nucleicos en Oomicetos como *Phytophthora*.

La clasificación de los plaguicidas en función de su MdA es importante para:

- Gestionar la resistencia (a menudo resulta eficaz la rotación interanual de 3 o más MdA);
- Comprender las vías bioquímicas por las que actúa una sustancia, y por lo tanto:
 - Determinar sus efectos probables (y a menudo la velocidad de acción) sobre la plaga objetivo;
 - Proporcionar una clasificación práctica de los plaguicidas para los biólogos.

Una vez introducidos en el organismo, los plaguicidas suelen **metabolizarse** – o transformarse – en una o varias sustancias químicas distintas. Los metabolitos (productos transformados) pueden ser más o menos tóxicos que el ingrediente activo del plaguicida original. Con tiempo suficiente, un organismo puede ser capaz de transformar ciertos plaguicidas en metabolitos no tóxicos, y la supervivencia o la muerte pueden depender de la tasa de metabolismo antes de que la actividad tóxica sea completa o irreversible. Por otro lado, algunos plaguicidas son eficaces sólo después de haber sido metabolizados en un compuesto letal dentro del organismo.

El MdA a menudo determina el **Espectro de acción**: el grado en que un plaguicida discrimina entre organismos objetivo y no objetivo. Un plaguicida **selectivo** afecta a una gama muy reducida de especies distintas de la plaga objetivo. El producto químico en sí puede ser selectivo en el sentido de que no afecta a las especies no objetivo, o bien puede utilizarse selectivamente de forma que las especies no objetivo no entren en contacto con él. **Los plaguicidas**

no selectivos matan una amplia gama de malas hierbas, insectos, organismos patógenos, etc.

4.5.1 Insecticidas

Los insecticidas (a diferencia de los fungicidas y los herbicidas) son quizás los plaguicidas más controvertidos. Históricamente, han incluido algunas de las sustancias más tóxicas aplicadas por los agricultores, pero los insecticidas modernos incluyen ahora sustancias que pueden formularse en productos de clase de toxicidad III o superior (véase la sección 5.1.1). A continuación se ofrece una breve descripción de los **grupos de Mda del IRAC**, y en el *Cuadro 4.1* se resumen las propiedades de los insecticidas que se utilizan actualmente para el cacao.

- **Los insecticidas del grupo 1** inhiben la vía de la acetilcolinesterasa (AChE) en las uniones nerviosas. Dado que el mecanismo de la AChE en las sinapsis de los insectos es similar al de los mamíferos, muchos compuestos del grupo 1 son extremadamente o muy peligrosos (clase de toxicidad I), aunque hay excepciones (por ejemplo, el malatión y el temefós, que pertenecen a la clase de toxicidad III). Este grupo contiene una serie de compuestos sistémicos (por ejemplo, carbofurano, carbosulfán, dimetoato, monocrotofós) que, con valores $vp > 1$, pueden tener una acción de vapor significativa. Se dividen en dos subgrupos químicos:
 - A: carbamatos como el promecarb y el propoxur que se han utilizado en el cacao, pero que ahora se han retirado en la UE. El fenobucarb (BPMC) se sigue utilizando ampliamente contra las plagas chupadoras en Asia, pero no en Europa, por lo que las tolerancias de residuos por encima del Límite de Determinación (LOD) para estos compuestos en la UE son necesariamente provisionales.
 - B: insecticidas organofosforados (OP) como el malatión, el clopirifós y el pirimifós
- Los compuestos **del grupo 2** se denominan antagonistas de los canales de cloruro activados por GABA* e incluyen dos subgrupos:
 - A - compuestos organoclorados más antiguos: HCH** (hexaclorociclohexano: del que el isómero gamma purificado se denomina lindano) y el grupo químico de los ciclodienos, que incluye el endosulfán. Tanto el HCH como el endosulfán son insecticidas que tradicionalmente han desempeñado un papel muy importante en el cacao, pero ahora están obsoletos y han sido retirados. Su acción fumigante (alta vp : véase la sección 4.4.1) se consideraba una propiedad útil para los agricultores – al compensar una aplicación deficiente – pero ahora se considera inaceptable por motivos medioambientales; en 2009, la producción y el uso agrícola del lindano se prohibieron en virtud del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes.
 - B - el grupo relativamente nuevo (notificado en 1992) de sustancias químicas denominadas fenilpirazoles o fiproles, representado por el fipronil. Con gran potencia contra una amplia gama de insectos, puede utilizarse en dosis de aplicación muy bajas y formularse en productos clasificados como de clase de toxicidad III. No obstante, el fipronil tiene un metabolito sulfónico tóxico (MB46136) y, excepcionalmente, se le ha asignado un LMR de 0,005 (que está por debajo del valor LOD “por defecto”). Además, dado su gran impacto demostrado sobre organismos no objetivo, debe utilizarse con mucho cuidado: se emplea principalmente por su gran eficacia para proteger las plántulas (y las estructuras de madera) frente a las termitas.

El compuesto organoclorado DDT pertenece en realidad al mismo grupo IRAC (3) que los piretroides (véase el recuadro 2): todas estas sustancias químicas atacan el sistema nervioso de los insectos, pero de forma distinta. El DDT y la mayoría de los compuestos de los grupos 1-2 representan “insecticidas químicos desfasados”, y han quedado diezmados por cambios normativos y comerciales durante las dos últimas décadas. Los pocos que han sobrevivido (en su mayoría OP) suelen ser representantes “más suaves” de su clase. Se consideran prácticos y atractivos para los agricultores porque son baratos, actúan con rapidez y tienen un amplio espectro de acción. Desde el punto de vista de la estrategia de manejo de plagas, ayudan a mantener la diversidad de Mda para la gestión de la resistencia (IRM); los OP, en particular, no se acumulan en el medio ambiente y algunos tienen una persistencia tan corta que raramente presentan problemas de residuos. No obstante, se sospecha que son disruptores endocrinos (véase el recuadro 1) y una revisión reciente²⁵ concluyó que “la mayoría de los estudios bien diseñados encontraron una correlación significativa entre la exposición de bajo nivel a los OP y el deterioro de la función neuroconductual” en humanos. Por lo tanto, es poco probable que los OP sigan estando autorizados en la mayoría de los países más allá del final de la presente década.

* GABA - ácido gamma-aminobutírico: importante para la transmisión nerviosa tanto en invertebrados como en vertebrados, pero se une con menos fuerza (por lo que puede ser menos tóxico) a estos últimos.

** HCH: hexacloro-ciclo-hexano o (incorrectamente pero bien conocido) hexacloruro de benceno: BHC

► **Piretroides** (IRAC MdA grupo 3)

Antes eran los insecticidas más importantes en términos de cuota de mercado; ahora representan el segundo mayor sector del mercado de insecticidas sintéticos. Son muy eficaces contra las principales plagas agrícolas y de salud pública. Introducidos por primera vez hace treinta años por un equipo de científicos de Rothamsted Research dirigidos por M. Elliott, representaron un gran avance en cuanto a actividad y toxicidad relativamente baja para los mamíferos. Su desarrollo fue especialmente oportuno al detectarse problemas con el DDT (véase el recuadro 2), que pertenece al mismo grupo de MdA (interfieren con el transporte de sodio en las células nerviosas de los insectos).

El trabajo consistió, en primer lugar, en identificar los componentes más activos del piretro, extraído de las flores del crisantemo de África Oriental y cuyas propiedades insecticidas se conocen desde hace tiempo. El piretro derriba rápidamente los insectos voladores, pero tiene una toxicidad baja para los mamíferos y una persistencia insignificante, lo cual favorece el medio ambiente pero da poca eficacia cuando se aplica en el campo. Los piretroides pueden describirse como formas químicamente estabilizadas del piretro natural.

La 1ª generación de piretroides, desarrollada en la década de los 60, incluye la bioaletrina, la tetrametrina, la resmetrina y la biorresmetrina. Son más activos que el piretro natural, pero son inestables a la luz solar. La actividad del piretro y de los piretroides de 1ª generación suele potenciarse añadiendo el **sinergista** butóxido de piperonilo (que no es biológicamente activo en sí mismo). Después de la CE 1107/2009, muchos compuestos de la 1ª generación no se volvieron a registrar, a menudo porque el mercado simplemente no era lo suficientemente grande como para justificar los costes (más que por cualquier preocupación especial por la seguridad).

En 1974, el equipo de Rothamsted descubrió una 2ª generación de compuestos más persistentes, en concreto: permetrina, cipermetrina y deltametrina. Son sustancialmente más resistentes a la degradación por la luz y por el aire, lo cual los hace adecuados para su uso en la agricultura; pero tienen una toxicidad significativamente mayor para los mamíferos. Durante las décadas siguientes, se patentaron otros compuestos, como el fenvalerato, la lambda-cialotrina y la beta-ciflutrina, pero la mayoría de las patentes ya han caducado, por lo que son baratos y, por tanto, populares (aunque la permetrina y el fenvalerato no se volvieron a registrar según el proceso 91/414/CEE). Una de las características menos deseables, especialmente de los piretroides de 2ª generación, es que pueden ser **irritantes** para la piel y los ojos, por lo que se han desarrollado formulaciones especiales como las suspensiones en cápsula (CS).

Los piretroides se han utilizado ampliamente contra los insectos del cacao, y sobre todo frente a los móridos en África Occidental (también *Helopeltis* y el barrenillo de la mazorca del cacao en el Sudeste asiático). Entre los más empleados destacan la bifentrina, la deltametrina, la cipermetrina y la lambda-cialotrina. La tetrametrina sinergizada se ha aplicado ampliamente para el control de plagas de almacén, en parte debido a su baja persistencia e irritabilidad, pero (junto con la permetrina) no se ha vuelto a registrar. Los piretroides de primera generación se han sustituido por el piretro natural (normalmente sinergizado) y otros insecticidas “fulminantes” permitidos de segunda generación, como la cipermetrina. Éstos deben utilizarse con mucho cuidado debido a su mayor persistencia y al riesgo general de resistencia a los insecticidas.

► **Neonicotinoides e insecticidas similares** (clase 4 del IRAC)

La nicotina, el “ingrediente activo” para los fumadores, es también un insecticida muy potente. Al ser un producto natural, el ‘té de tabaco’ estaba autorizado anteriormente para el manejo ecológico de las plagas, pero la nicotina purificada se clasificaría como muy tóxica (clase 1) si se vendiera de forma comercial. Al igual que el piretro y los piretroides, los análogos sintéticos comercializados, llamados insecticidas “neonicotinoides” o “nicotiniles” (NNI), son más estables que sus progenitores naturales a la luz solar. A diferencia del piretro y los piretroides, pero al igual que otros “nuevos productos químicos”, los NNI suelen tener una toxicidad relativamente baja para los mamíferos en comparación con sus análogos naturales, y existen varios productos de clase de toxicidad III.

Desde la introducción del imidacloprid en 1991 por Bayer AG y Nihon Tokushu Noyaku Seizo KK, se han desarrollado alrededor de una docena de NNI. Pertenecen a tres subgrupos químicos, dos de los cuales son de interés actual para el cacao. Todos los NNI son sistémicos, tienen una elevada solubilidad y valores $\log P < 1$ (véase el Cuadro 4.1). Probablemente, el aspecto más controvertido de estos compuestos es la toxicidad relativamente elevada de algunos IA para las abejas (a pesar de haber pasado por toda una serie de pruebas medioambientales antes de su registro). En Europa, el problema se gestionó mediante controles técnicos que reducen en gran medida la deriva de las gotas de pulverización y el polvo de los tratamientos de las semillas.

Recuadro 2: DDT in cocoa growing countries

El acrónimo “DDT” (dicloro-difenil-tricloroetano) invoca muchas de las percepciones (a menudo negativas) sobre los plaguicidas. A este compuesto – el primer gran insecticida sintético, introducido en la década de los 40 – le acompañaron otros del grupo de sustancias químicas denominadas organoclorados. En los años 60, Rachael Carsoni y otros señalaban sus efectos secundarios negativos, sobre todo asociados a su uso excesivo en la agricultura (impacto ambiental, resistencia y resurgimiento). Quizás la mayor alarma entre el público en general la causaron los residuos en los alimentos, que se tradujeron en la detección de DDT y sus productos de descomposición en la leche materna. Fue uno de los primeros compuestos clasificados como “contaminante orgánico persistente” (COP). Sin embargo, el DDT ha salvado sin duda millones de vidas: es barato, y proporciona un control a largo plazo de los mosquitos de la malaria, con “un notable historial de seguridad cuando se utiliza en pequeñas cantidades para la fumigación de interiores con efecto residual (IRS) en regiones endémicas”.

En la actualidad, el DDT nunca se recomienda en la agricultura, pero hay informes de su uso indebido, debido a la “desviación” de insecticidas IRS a los cultivos, por lo que se siguen vigilando los residuos en los alimentos. La malaria suele ser endémica en las zonas cacaoteras, por lo que es posible que se produzca un uso indebido; por este motivo, los LMR prácticos se han fijado en: 0,5 ppm en la UE, 0,15 ppm en Rusia, 1,0 ppm en EE.UU. y 0,05 ppm en Japón.

ⁱ Carson, R (1962). *Silent Spring*. Houghton Mifflin (1962); Mariner Books (2002).

ⁱⁱ Yamey, G. (2004). Roll Back Malaria: a failing global health campaign. *BMJ* 328: 1086-1087.

Cuadro 4.1 Propiedades de algunos insecticidas utilizados actualmente para el cacao

	Solubilidad (mg/l o ppm)	log P (K _{ow})	Presión de vapor (mPa)	tox. abeja oral τ (µg/abeja)	tox. abeja contacto (µg/abeja)	Clase tox. (IA) OMS	Regis. UE
OPs y Carbamatos		IRAC grupo 1					
diazinón	60	3,3	12	“Altamente tóxico para abejas”		II	S
dimetoato	23,8	0,704	0,25	0,12 (tóxico)		II	S
clorpirifós (etilo)	1,4	4,7	2,7	0,36	0,07	II	S
fenitrotión	14	3,43	18	“tóxico”		II	N
fenobucarb (BPMC)	420	2,79	13	-	-	II	N
malatión	145	2,75	5,3	-	0,71	III	N
pirimifós metil	10	4,2	2	“tóxico”		III	S
fenilpirazoles		IRAC grupo 2					
fipronil	1,9	4	3,7 x 10 ⁻⁴	0,004	²⁶	II	M
Piretroides		IRAC grupo 3					
β ciflutrina*	0,0012-0,0021	5,9	1,4-8,5 x 10 ⁻⁵	< 0,025 (FAO)		Ib	S
bifentrina	<0,001	>6	1,81 x 10 ⁻⁷	0,1	0,015	II	S
α cipermetrina	0,01	6,94	2,3 x 10 ⁻²	0,059	-	II	S
deltametrina	0,0002	4,6	1,2 x 10 ⁻⁵	0,079	0,051	II	S
λ cialotrina	0,005	7	2 x 10 ⁻⁴	0,038	0,909	II	S
natural : piretrina I	0,2	5,9	6,9 x 10 ⁻²	0,022	0,013	II	S
piretro : piretrina II	9	4,3	2,7 x 10 ⁻²	-	(48 h)	-	S
Neonicotinoides		IRAC grupo 4					
<i>nitro(guanidina)-sustituido</i>							
clotianidina	300+ §	0,7	1,3 x 10 ⁻¹⁰	0,0038	>0,044	III (EPA)	M
imidacloprid	610	0,57	4 x 10 ⁻⁷	0,005 –	0,018 –	II	M
				0,07 Ω	0,024 Ω		
thiametoxam	4.100	-0,13	6,6 x 10 ⁻⁶	0,005	0,024	III	M
<i>ciano-sustituida (piridilmetilamina)</i>							
acetamiprid	4.250	0,8	<1 x 10 ⁻³	14,5	8,1	II	S
tiacloprid	1.850	0,73	3 x 10 ⁻⁷	17,3	38,8	III	S

τ La EPA estadounidense define un plaguicida como altamente tóxico para las abejas si la LD 50 es < 2 µg/abeja¹

* β ciflutrina: 4 pares de enantiómeros

§: depende del pH
Ω: varios estudios

* US EPA (2013): Panorama técnico de la fase de análisis de evaluación de riesgos ecológicos: Caracterización de los Efectos Ecológicos, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. <https://www.epa.gov/risk/ecological-risk-assessment>

En 2013, se estableció en la UE una moratoria para tres NNI: clotianidina, imidacloprid y tiametoxam (véase la sección 4.8). Actualmente, sólo podemos especular sobre las consecuencias prácticas a medio y largo plazo de esta moratoria y de cualquier otra restricción en los países consumidores de cacao. La retirada del uso en la UE podría provocar el desvío de productos a mercados secundarios (con la posible “competitividad de precios” o “dumping” consiguiente, según el punto de vista). También cabría esperar que los NNI ciano-sustituídos se promocionaran, no sin justificación, como “más respetuosos con las abejas” o algo así; como se aprecia en el cuadro anterior, son cien veces menos tóxicos para las abejas que los del grupo nitro, sobre todo por vía oral. Sin embargo, la gestión de los residuos es actualmente una prioridad aún mayor en el cacao (véase el Apéndice 3). Es necesario que haya más información de dominio público sobre la dosificación, sobre el nivel de concentración de IA y, en consecuencia, sobre si las prácticas actuales de aplicación en el campo (y los intervalos previos a la cosecha) suponen un riesgo de que los niveles de residuos superen los LMR.

► Otros modos de acción de los insecticidas

Todos los insecticidas arriba descritos actúan sobre las vías bioquímicas del sistema nervioso de los insectos y, por tanto, se califican como “neurotóxicos” o activos de otro modo sobre la coordinación de los insectos. A medida que mejora nuestro conocimiento de los efectos de los insecticidas sobre las vías bioquímicas de los organismos objetivo, el IRAC va publicando actualizaciones*. Las empresas agroquímicas basadas en la investigación siguen explorando nuevos mercados para sus IA patentados, u éstos se van incorporando en el Apéndice 3C a medida que los autores van recibiendo información. Las empresas han destacado, recientemente, el “origen natural” de varios grupos de MdA: por ejemplo, los grupos 5 y 6 consisten en productos de fermentación, con moléculas complejas relativamente grandes denominadas “lactonas macrocíclicas”. Éstas proceden de *Saccharopolyspora spinosa* y *Streptomyces avermitilis*, respectivamente. Reviste un interés considerable el último grupo de MdA (28), las diamidas o moduladores del receptor de la rianodina, que son análogos sintéticos de extractos hidrosolubles del arbusto tropical *Ryania speciosa*; los insectos expuestos presentan letargo general y parálisis muscular que conducen a la muerte, pero la toxicidad en mamíferos es muy baja.

También existen informes sobre el uso limitado de análogos de la nereistoxina (grupo 14) en el cacao: un pequeño grupo de proinsecticidas alcaloides comerciales derivados de *Nereis* spp. (gusanos marinos). Algunos ejemplos son el clorhidrato de cartap, el tiociclám y el tiosultap-sodio: al igual que los NNI y las espinosinas, afectan – en este caso bloquean – el canal del receptor nicotínico de la acetilcolina (NAChR) en las sinapsis nerviosas de los insectos. Aunque están disponibles en Asia y África, actualmente no pueden recomendarse, ya que aún no se han establecido los LMR en la UE y otras regiones.

Grupo	Modo de acción	Ejemplos	Posible uso en el cacao
5	Activadores alostéricos del receptor nicotínico de acetilcolina (NAChR)	Espinosinas como el spinosad	Amplio espectro contra coleópteros, lepidópteros, etc.
6	Activadores de los canales de cloruro	Avermectinas como el benzoato de emamectina	Actividad de amplio espectro contra lepidópteros
9B	Bloqueadores selectivos de la alimentación: modulan los órganos cordotonales	pimetrocina	Hemípteros como los míridos
28	Moduladores de los receptores de la rianodina (diamidas) que actúan en la interfaz nervio-músculo	clorantraniliprol (CTPR), ciantranil-iprolo, flubendiamida	Lepidópteros como el barrenillo de la mazorca del cacao

Varias de las sustancias activas basadas en la “química más reciente” resultan especialmente atractivas por su baja toxicidad para los mamíferos, ayudando así a superar uno de los aspectos más negativos del empleo de insecticidas. Los grupos de MdA más antiguos, a menudo de menor toxicidad tanto para los mamíferos como para los organismos no objetivo (compatibles con el MIP), han incluido compuestos no neurotóxicos que atacan de forma específica las vías bioquímicas de los insectos. Entre ellos se incluyen varios mecanismos de formación de la cutícula de los insectos, la regulación de la ecdisis (muda) y otras funciones endocrinas exclusivas de los insectos y otros artrópodos. Los productos no neuroactivos, que suelen ser de acción lenta (por ejemplo, tardan más de dos o tres días en mostrar actividad en el campo), han demostrado ser más difíciles de vender, requieren un mayor nivel de formación de los agricultores y pueden encontrar obstáculos durante la fase de registro (véase la sección 4.7).

* www.irac-online.org/documents/moa-classification/?ext=pdf

No obstante, y dada la necesidad no sólo de encontrar medidas de control eficaces contra plagas como el barrenillo de la mazorca del cacao sino también de mantener una diversidad de MdA para la gestión de la resistencia, es posible que se termine estableciendo un papel para los insecticidas de los grupos 15 y 18, entre otros. El ácido tetrónico spirotetramat (grupo 23) fue el primer insecticida que mostró translocación hacia abajo (basipetal), lo cual aumenta su eficacia frente a ciertos insectos chupadores; se está evaluando su empleo contra la cochinilla harinosa (Pseudococcidae) vectora de la enfermedad del virus de la hinchazón de los retoños (CSSVD).

Grupo	Modo de acción	Ejemplos	Posible uso en el cacao
15	Inhibidores de la biosíntesis de quitina, tipo 0: acción en lepidópteros (también conocidos como reguladores del crecimiento de los insectos)	Acilureas como lufenurón y novalurón	Plagas de lepidópteros como el barrenillo de la mazorca del cacao
18	Agonistas de los receptores de ecdisona (imitan la acción de la hormona de la muda acelerando letalmente el proceso)	metoxifenozida	Relativamente específico para lepidópteros: posiblemente útil contra el barrenillo de la mazorca del cacao.
23	Inhibidores de la biosíntesis lipídica (acetil COA carboxilasa)	Ácidos tetrónicos como el spirotetramat	Posiblemente útiles contra los vectores de las Pseudococcidae (CSSVD)

Es importante destacar aquí el potencial de los agentes microbianos de control (AMC), incluidos los hongos entomopatógenos (por ejemplo, *Metarhizium* y *Beauveria* spp.) y los virus. El IRAC todavía tiene que asignarles grupos de MdA, pero la bacteria *Bacillus thuringiensis*, el bioplaguicida más importante del mundo, ha sido asignada al grupo 11A: “Disruptores microbianos de las membranas digestivas de insectos”. Se ha sugerido que las proteínas ‘cry’ que generan esta acción podrían expresarse en la cáscara del cacao y ser eficaces contra el barrenillo de la mazorca²⁷, pero la modificación genética en este cultivo se considera muy controvertida, incluso en las Américas.

En la mayoría de los países productores de cacao, los insecticidas representan la mayoría de los productos registrados: actualmente se están registrando “nuevas químicas” (véase el Apéndice 3). Sin embargo, la diversidad de MdA sigue siendo limitada y el mercado está dominado por los NNI y los piretroides, con un aumento de los productos que contienen una mezcla de IA.

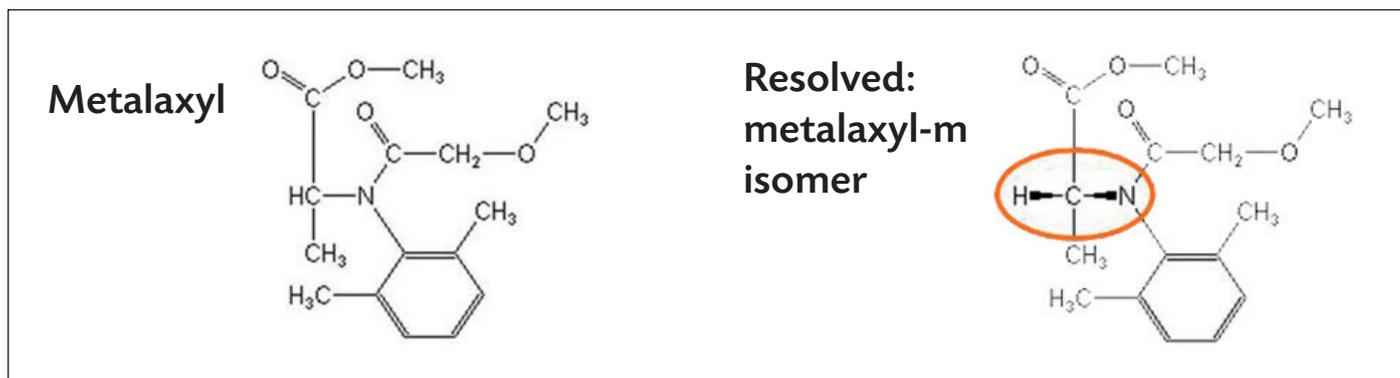
4.5.2 “Fungicidas”

El término “fungicida” se refiere, como su propio nombre indica, a los agentes que controlan los hongos. Sin embargo, las mismas sustancias también pueden ser activas contra los Oomicetos, el importante grupo de organismos al que pertenecen el género *Phytophthora*, pero que ahora se han asignado a un reino completamente distinto (los Cromalveolata).

Quizás los fungicidas más utilizados sean varios compuestos de cobre, que son activos contra un amplio espectro de enfermedades de las plantas. Es más probable que el cobre sea un problema del suelo/medio ambiente, y puesto que estos compuestos son esencialmente fungicidas de contacto, sería difícil distinguir entre los aerosoles aplicados exógenamente y los niveles de fondo en las pruebas de residuos. El LMR fijado para los iones de cobre es de 50 mg/kg. Los productores ecológicos aún pueden utilizar compuestos de cobre, aunque de forma restringida (véase el apartado 3.4.2). El MdA de los compuestos de cobre se describe como multisitio (grupo FRAC M1), por lo que el riesgo de resistencia a los fungicidas se considera bajo.

Los compuestos de fenilamida (grupo FRAC A1) ejercen una acción protectora, curativa y sistémica contra *Phytophthora*, al interrumpir las vías únicas de síntesis del ARN nuclear en los oomicetos. El metalaxil fue descubierto por Ciba Geigy (ahora Syngenta) en 1977. Consiste en una serie de isómeros (compuestos con la misma fórmula pero con una disposición distinta de los átomos en la molécula y propiedades distintas); más tarde, se descubrió que uno de ellos en concreto, el metalaxil-M, mostraba la mayor actividad biológica. En 1996, la empresa volvió a patentar este último como mefenoxam (comercializado como “Ridomil-gold”), duplicando así la vida de la patente. Los estudios de residuos y las solicitudes de registro en la UE se refieren estrictamente a este isómero, que se incluyó en el anexo 1 de la Directiva EU/91/414 como sustancia nueva (confirmada por la legislación 02/64/CE). Syngenta llevó a cabo

ensayos supervisados de residuos según prácticas BPA para este último en granos secos fermentados y utilizando los métodos locales de elaboración, con el fin de obtener LMR. Los ensayos de residuos incluyeron dosis de 90 g de mefenoxam/ha (2 veces la dosis normal). De acuerdo con la legislación de la UE, se ha aclarado la situación del metalaxil (químicamente) no resuelto y el LMR incluye mezclas de todos los isómeros constituyentes, incluido el metalaxil-M (es decir, la suma de isómeros).



El análisis de residuos se ha centrado recientemente en el metalaxil y el benalaxil, sobre todo porque los agricultores podrían fumigar dentro de su intervalo de un mes previo a la cosecha (PHI: uno de los principales medios para mitigar los elevados niveles de residuos). Por lo tanto, los esfuerzos de extensión deben centrarse en la **aplicación oportuna** (seguimiento regular) y en **aplicar los fungicidas de cobre sólo cerca de la cosecha**. También se cree que existe un alto riesgo de resistencia a estos IA por parte de *Phytophthora* spp., y las empresas agroquímicas han introducido MdA alternativos. Los fungicidas de amida de ácido carboxílico (CAA) (grupo FRAC H5, anteriormente colocado en F5) alteran la deposición en la pared celular (las paredes celulares de los Oomicetos difieren de las de los hongos, y contienen glucano-celulosa en lugar de quitina). Dos IA, el dimetomorfo (DMM) y la mandipropamida, han sido registrados para su uso contra *Phytophthora* en el cacao y proporcionan una diversidad de MdA muy necesaria para una mejor gestión de la resistencia.

Cuadro 4.2 Propiedades de algunos 'fungicidas' sistémicos contra la podredumbre negra, empleados actualmente para el cacao

	Código FRAC	Solubilidad (mg/l o ppm)	log P (K_{ow})	Clase tox. OMS (IA)	Regis. UE
metalaxil (isómero ~M)	A1 (4)	8400 (2600)	1,75 (1,71)	III	Y
benalaxil	A1 (4)	28,6	3,54	III	Y
dimetomorfo (DMM)	H5 *	18 (pH 7)	2,63	III	Y
mandipropamida	H5 *	4,2	3,3	IV	Y

En la actualidad, en muchos países productores de cacao se están registrando los grupos de MdA de "química más reciente" activos frente a Oomicetes, incluidos los compuestos FRAC F5 y C8 (QxI: Quinona x Inhibidor) (véanse los Apéndices 3 y 4). El mercado sigue dominado por los agentes de control a base de cobre, con productos de IA mixtos, que incluyen metalaxil y productos químicos más recientes. La aplicación al final de la campaña (cerca de la cosecha) de productos que sólo contienen cobre seguramente implica un menor riesgo que la aplicación de mezclas, pero estas últimas son importantes para la gestión de la resistencia.

4.5.3 Herbicidas e inhibidores de la germinación

Los herbicidas ocupan la mayor cuota del mercado mundial de plaguicidas, aunque su uso por parte de los pequeños agricultores es limitado en comparación con la agricultura intensiva y con el control de malas hierbas en zonas públicas, etc. En el cacao, se emplean con mayor frecuencia en las grandes plantaciones comerciales. Suelen aplicarse en una fase temprana para evitar que las malas hierbas ahoguen las plantas jóvenes. No suele ser necesario el control una vez cerrada la copa (aunque los muérdagos pueden convertirse en un problema en cacaotales mal gestionados).

* Grupo de sitios diana H: biosíntesis de la pared celular - código FRAC 40 - anteriormente en el grupo de sitios diana FRAC F5

Los herbicidas se han clasificado de varias formas y, al igual que ocurre con otros plaguicidas, varias familias químicas pueden agruparse por sus modos de acción (utilizando letras en la nomenclatura HRAC). En la práctica, los herbicidas suelen agruparse según su modo de uso:

- herbicidas de **contacto**, en los que sólo se mata la parte de la planta pulverizada, como los inhibidores de la fotosíntesis paraquat y diquat (Mda grupo D);
- **sistémicos** - los herbicidas pre-emergentes y post-emergentes incluyen compuestos que:
 - interrumpen la síntesis de aminoácidos en los cloroplastos, por ejemplo, diversas sales de glifosato (grupo G);
 - interrumpen la división celular en malas hierbas de hoja ancha: incluidas las auxinas sintéticas tales como el 2,4-D, el triclopir y el picloram (grupo O).

El triclopir se emplea como arboricida de tocones y tiene un uso especializado en las campañas de control de la enfermedad del virus de la hinchazón de los retoños (CSSVD), con el fin de evitar el rebrote de los árboles viejos, antes de replantar con variedades mejoradas de cacao.

En las listas de registro y en las encuestas, el glifosato y el paraquat se han registrado como ampliamente utilizados en el cacao (a veces bajo “cultivos de plantación”). Tras la expiración de sus patentes, el glifosato se convirtió en el plaguicida más vendido del mundo, normalmente disponible en forma de dos sales (isopropilamina y trimesio), producido por una amplia gama de empresas. Quizás por este motivo, ha sido objeto de muchas críticas durante la última década, por el supuesto riesgo que supone para la salud (por ejemplo, el riesgo de desarrollar un linfoma no Hodgkin) y, quizás de forma más convincente, por su impacto adverso en los suelos y en el medio ambiente tras el uso continuado²⁸. Por estas razones, las autoridades de registro parecen estar retirando el glifosato en favor del glufosinato de amonio, que tiene un modo de acción ligeramente diferente (véase el Apéndice 3).

Es importante tener en cuenta que:

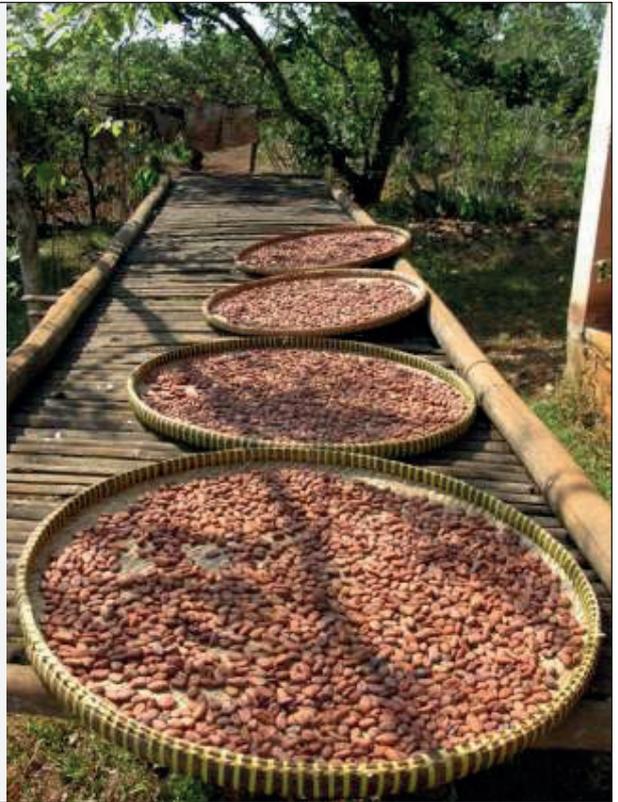
- estos herbicidas son tratados como plaguicidas – sobre todo a efectos científicos y normativos – aunque muchas operaciones comerciales consideran el control de las malas hierbas, en la práctica, como una operación puramente agronómica (a diferencia del empleo de los “venenos” utilizados para el control de otras plagas);
- los cultivos permanentes, como el cacao, constituyen sólo una ínfima parte del mercado mundial de plaguicidas, e incluso en el cultivo de cacao se utilizan más durante el desbroce que para aplicaciones regulares a cultivos de cacao ya establecidos. En este sentido, a las empresas agroquímicas les interesa principalmente su uso junto con cultivos anuales (a menudo modificados genéticamente, por ejemplo, “Roundup ready”).

El herbicida auxínico sintético 2,4-D ha suscitado cierta preocupación, al aparecer como residuo en granos de cacao de más de un país. Las sustancias activas incluyen una serie de sales*, ácidos y ésteres, algunos de los cuales son moderadamente volátiles (vp del ácido = $1,9 \times 10^{-2}$ mPa) y tienen un olor característico. En algunos casos, se descubrió que los residuos procedían del suelo sobre el que se habían secado los granos de cacao (bordes de carreteras, patios, etc.) que había sido tratado previamente con herbicidas, o expuesto a la escorrentía tras las lluvias. Por lo tanto, el empleo de esteras de secado, elevadas del suelo, para los granos de cacao constituye una recomendación sanitaria y fitosanitaria importante, y es imprescindible evitar la exposición del cacao en grano (incluso a los vapores) en todas las etapas de la cadena de suministro, incluidos el almacenamiento y el transporte.

* muchas sales de 2,4-D se disocian al ácido en agua; a pH 7, log P del ácido = 0,177, solubilidad en agua = 44,6 g/L.

En principio:

- Los herbicidas autorizados presentan un riesgo bajo cuando se emplean con criterio para el control de las malas hierbas durante el establecimiento de los árboles
- ... lo cual implica sobre todo el cuidado en la aplicación: evitar la producción y la deriva de pequeñas gotas hacia zonas no objetivo.
- Se necesita cuidado y supervisión a lo largo de toda la cadena de producción y suministro del cacao en grano
- ... dado que los residuos de herbicidas pueden proceder de fuera del cacaotal.



En los países cacaoteros de África y Asia predominan los herbicidas registrados a base de glifosato, mientras que en Sudamérica aún se dispone de compuestos más tóxicos del grupo 22, como el paraquat (véase el Apéndice 3). Puede que no estén registrados específicamente para el cacao, pero existe un uso generalizado sobre todo en las “plantaciones” para el desbroce de tierras.

4.5.4 Plaguicidas para plagas vertebradas

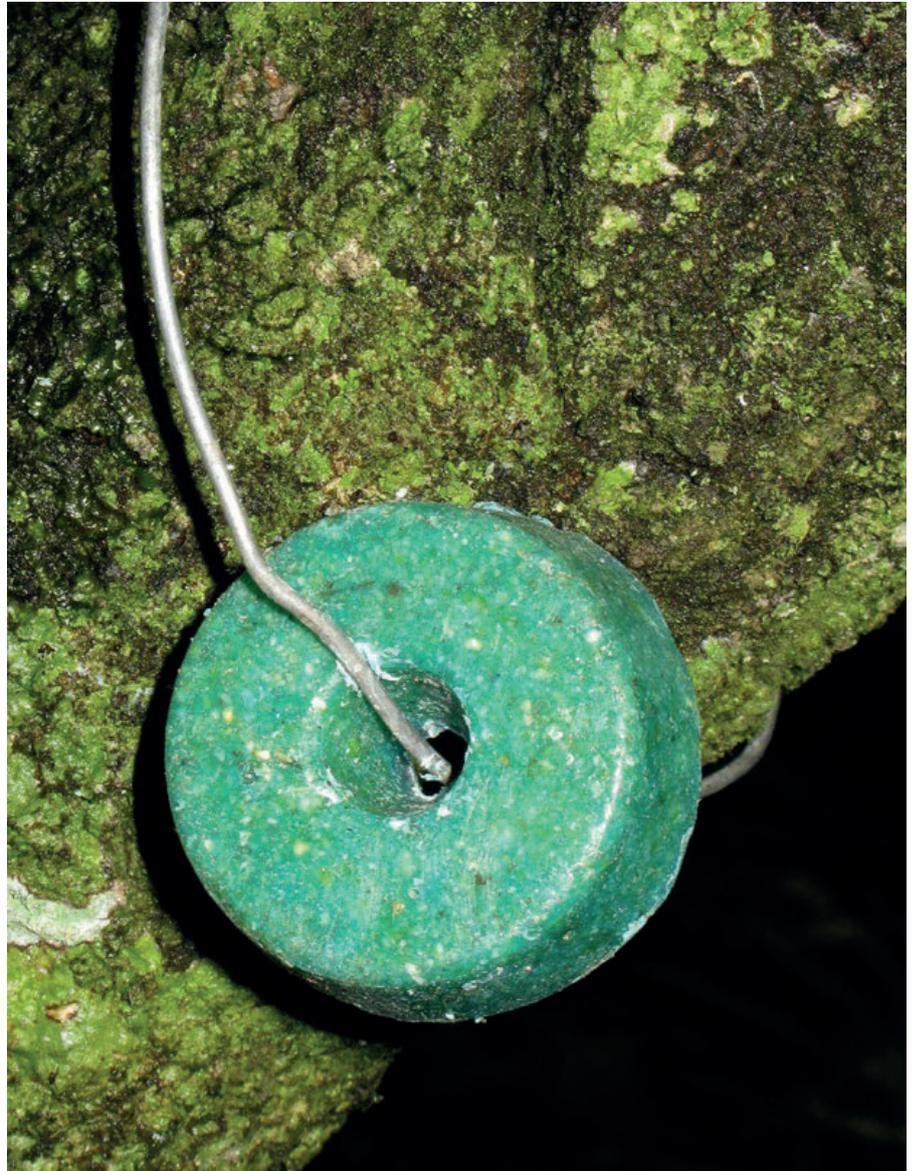
Se han registrado diversas plagas de vertebrados, desde elefantes hasta pequeños roedores y aves, como plagas del cacao²⁹. Cabe destacar que los vertebrados son los responsables de la mayor parte de la siembra natural de semillas de cacao; el kinkajú brasileño (*Potos flavus*), por ejemplo, se asocia específicamente con el cacao en su centro de origen. Las especies más dañinas son probablemente las ratas y las ardillas, notificándose pérdidas de cosecha de entre un 1% y un 20% por esta causa. Las pérdidas en el sudeste asiático y en algunas islas parecen especialmente elevadas, con evidencia anecdótica de grandes daños donde el cacao crece cerca de cultivos alimentarios como el arroz; la pérdida media mundial puede ser del 5-10%.

Durante muchos años, existieron dos grupos básicos de rodenticidas: los agentes agudos y los crónicos, todos ellos necesariamente muy tóxicos para los mamíferos. Los tóxicos agudos más antiguos, como los fosfuros de cinc y aluminio, podían perder su eficacia debido al “recelo ante el cebo”: las ratas aprendían a asociar el cebo con el veneno. El fluoroacetato sódico (‘1080’) es otro veneno agudo inorgánico: se consideraba eficaz para operaciones de control en zonas amplias (incluidas las aplicaciones aéreas), pero se ha vuelto inaceptable por “presiones medioambientales, sociales y de bienestar animal”.

Los anticoagulantes matan al impedir la coagulación de la sangre, pero la primera generación de agentes (por ejemplo, la warfarina) podía ser objeto de “recelo ante el cebo”. Se complementaron con una serie de rodenticidas anticoagulantes de “segunda generación” (SGAR): el vertebrado objetivo sólo tiene que probarlos una vez, y tienen una acción retardada. Los anticoagulantes (por ejemplo, bromadiolona, difenacoum y warfarina) ya no están permitidos en la UE y todos están sujetos al LMR por defecto de 0,01 mg/kg. Formulados junto con el tóxico y un cebo alimenticio (a menudo grano), con un colorante de advertencia dentro de una matriz cerosa e impermeable, las formulaciones de bloques de cebo (BB) podían atarse por separado a los árboles de cacao, pero ahora sólo son para uso en interiores en la UE, debido a su impacto sobre rapaces como los búhos (véase más abajo).



Daños causados por ardillas (arriba) y ratas



Formulación de cebo en bloque atado a un cacaotero

El éxito de las operaciones de control de roedores a menudo depende de la escala del tratamiento y del momento en que se realiza: suele ser mejor aplicarlo en zonas más extensas (por ejemplo, pueblos enteros) cuando las fuentes alternativas de alimento son más escasas (por ejemplo, al principio de la época de crecimiento de los cultivos). Las operaciones a muy pequeña escala, como los tratamientos en casas aisladas, sólo tienen un impacto a corto plazo, representando así un falso ahorro; las campañas a gran escala deben ir acompañadas de educación pública sobre los peligros de los cebos, y se debe contar con suministros del antídoto del anticoagulante (vitamina K1).

La combinación de la resistencia a los rodenticidas y la preocupación por su toxicidad ha impulsado en la última década la investigación de métodos alternativos. Una revisión de estos³⁰ se centró en ciertos extractos de plantas, y en el colecalciferol (calciferol o vitamina D3), que puede ser eficaz por sí solo o utilizado en combinación con SGAR como el coumatetralil.

Los métodos biológicos de control de roedores han incluido los servicios de la lechuga común, que se ha establecido con éxito en un agroecosistema de cacao y coco en Malasia³¹. Los rodenticidas deben utilizarse con cuidado: varios estudios realizados en el Reino Unido sobre su impacto mostraron una mayor presencia en las aves, tras un uso generalizado hacia finales del siglo XX, pero sólo se consideró que el 7% de las lechuzas contaminadas (que formaban el 2% de todas las lechuzas examinadas) habían muerto por envenenamiento con rodenticidas³². Un método de control microbiano utiliza un producto basado en el protozoo *Sarcocystis singaporensis*³³.

● 4.6 Problemas técnicos con los plaguicidas (las ‘tres erres’)

Además de los **residuos**, que se tratarán con más detalle en el capítulo 5, hay otros dos fenómenos que pueden describirse como ‘cuestiones técnicas’, en el sentido de que están más relacionados con la eficacia del control de plagas que con los riesgos toxicológicos y medioambientales asociados al uso de los plaguicidas. En ambos casos, sin embargo, una de las consecuencias prácticas es que algunos agricultores, al no comprender estos fenómenos, pueden optar por aplicar más plaguicidas a corto plazo, aumentando así el riesgo de que se produzcan elevados residuos en los cultivos.

➤ 1. Desarrollo de **resistencia**:

cuando las plagas se adaptan, con el tiempo, a la exposición a los plaguicidas, que como consecuencia se vuelven ineficaces (por ejemplo, pérdida de eficacia de ciertos fungicidas para el control de *Phytophthora* spp.). Entre los primeros casos detectados de resistencia a los insecticidas destaca la resistencia a los organoclorados por parte de los míridos del cacao³⁴.

La resistencia es un proceso evolutivo, que se ha definido como: “un cambio heredable en la sensibilidad de una población de una plaga, que se refleja en la incapacidad repetida de un producto para alcanzar el nivel esperado de control cuando se utiliza de acuerdo con la recomendación de la etiqueta para esa especie de plaga” (fuente: IRAC).

Además, el problema puede verse agravado por la **resistencia cruzada**: cuando la resistencia a un plaguicida confiere resistencia a otra sustancia activa, aunque la plaga no haya estado expuesta a productos que contengan esta última. Dado que las poblaciones de insectos y hongos suelen ser numerosas y se reproducen con rapidez, la velocidad a la que evolucionan las resistencias es mayor cuando se hace un uso excesivo de fungicidas e insecticidas.

➤ 2. **Resurgimiento** inducido por plaguicidas: sobre todo tras el uso de insecticidas de amplio espectro que provocan un “recrudescimiento” de plagas que antes eran de menor importancia; esto a veces se denomina “el ciclo vicioso de los plaguicidas”. Un ejemplo de resurgimiento en el cacao fue el espectacular aumento de las poblaciones de los barrenillos del tronco *Eulophonotus myrmeleon* (Cossidae) y *Tragocephala castinia theobromae* (Cerambicidae), que antes se consideraban plagas menores, tras la destrucción de sus enemigos naturales con aplicaciones de BHC y dieldrina – aplicadas para controlar insectos como los míridos³⁵.

● 4.7 Eficacia (incluidas las mezclas de IA)

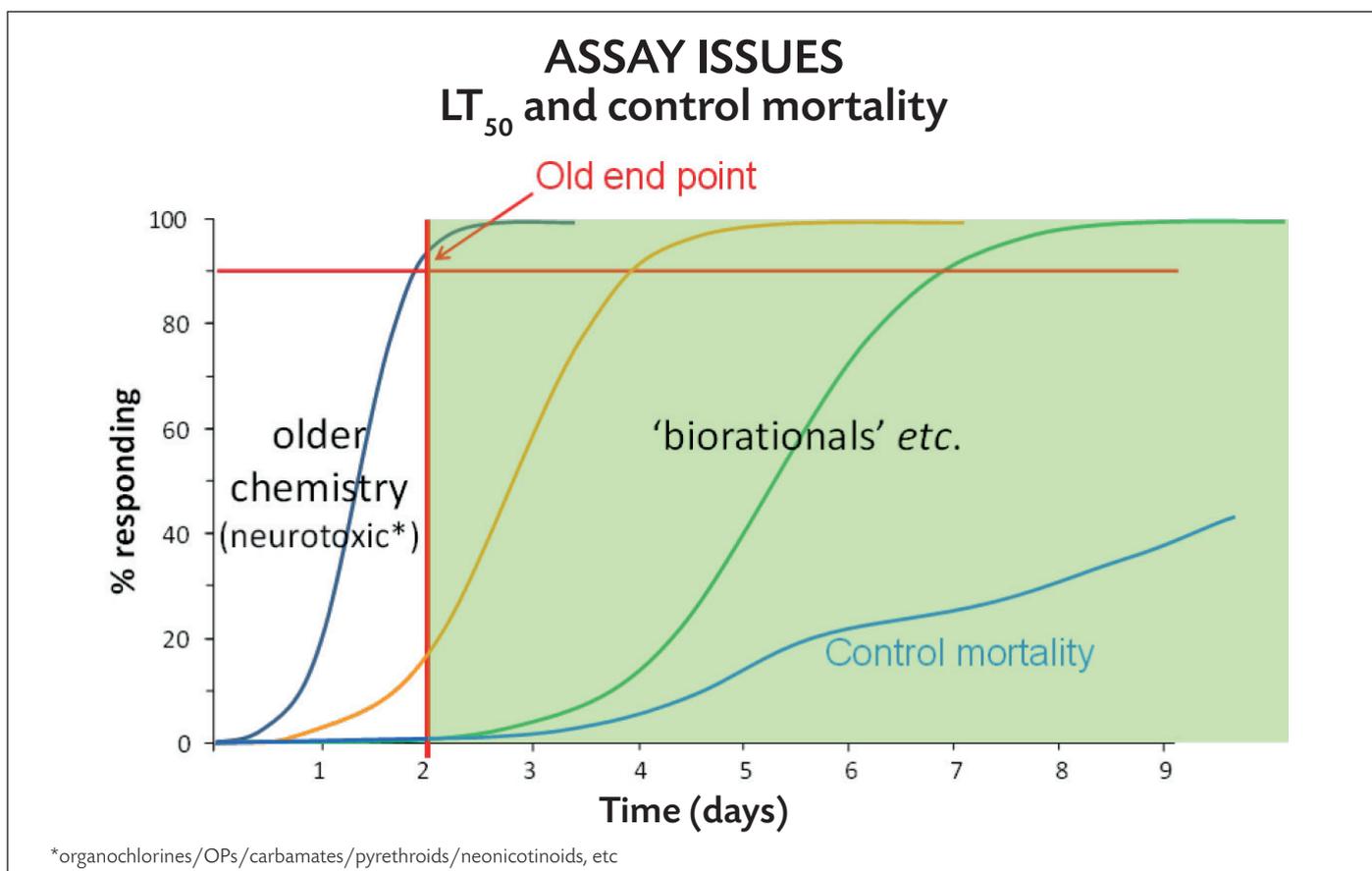
Existen dos enfoques a la hora de regular la eficacia de los productos fitosanitarios:

- La opinión de que “el mercado decidirá” sobre la eficacia, y que la función principal de la regulación es la de garantizar la seguridad. Esto se considera apropiado en Estados Unidos y en otros países en los que los agricultores suelen beneficiarse de sofisticadas redes de apoyo mediante la extensión agrícola.
- Políticas más “intervencionistas” (por ejemplo, en Europa): también se hace hincapié en los estudios toxicológicos, pero las empresas, antes de poder registrar un producto, también deben demostrar su eficacia contra plagas objetivo clave.

En muchos países productores de cacao se considera que los cacaocultores deben recibir asesoramiento sobre productos eficaces, a menudo a través de organismos estatales de investigación y extensión. Como se ha descrito anteriormente, la lista de plaguicidas que pueden utilizarse con el cacao ha cambiado drásticamente a lo largo de la última década, debido a la modificación del entorno normativo de la UE, Japón y otros países importadores. Dada la reciente controversia en torno a los neonicotinoides, actualmente considerados como MdA “estratégico” para el cacao, las autoridades de investigación y registro deben realizar una revisión continua de los productos plaguicidas registrados, para asegurar que respondan a las necesidades del siglo XXI. Sin embargo, y al igual que con otros cultivos, los responsables políticos también deben fomentar una estrategia de “intensificación sostenible”: en este caso, mantener una diversidad de sustancias activas adecuadas y eficaces, a ser posible pertenecientes a 3 o más MdA, para el control de las plagas clave del cacao. Este objetivo ha sido un factor importante a la hora de elaborar la lista del Apéndice 3A.

En muchos países productores de cacao, la retirada de los compuestos neurotóxicos más antiguos (y a veces no tan antiguos) no ha ido acompañada de una adopción proporcional de productos más nuevos: así, los insecticidas

actualmente disponibles en las zonas cacaoteras pertenecen sólo a 2-3 MdA, a menudo dominados por los piretroides. Esto tiene consecuencias potencialmente adversas tanto para las estrategias integradas de control de plagas como para las estrategias de gestión de resistencias, además de perpetuar percepciones anticuadas del control de plagas entre los agricultores. Así mismo, el control químico contra plagas de insectos clave a menudo se estableció utilizando compuestos con acción fumigante (por ejemplo, HCH, endosulfán) que ayudaban a compensar una aplicación deficiente; esta propiedad ya no es aceptable para las autoridades reguladoras. Por lo tanto, los investigadores deben adaptar los protocolos de ensayo de plaguicidas desarrollados a mediados del siglo XX, en los que el punto final del ensayo rara vez superaba las 48 horas, excluyendo así muchas sustancias no neurotóxicas compatibles con el MIP (y posiblemente agentes biológicos) que constituyen la mayoría de los MdA para insecticidas conocidos. Otra dificultad, que se ilustra a continuación y que supone un problema notorio en los experimentos con mիրidos del cacao, es que la mortalidad de los controles aumenta con el tiempo hasta niveles que superan los supuestos habituales.



Durante los últimos años, el número de productos (incluidos los desarrollados por empresas de investigación) que contienen mezclas de ingredientes activos ha aumentado de forma considerable. Aunque se ha argumentado, desde hace mucho tiempo, que para manejar la resistencia conviene emplear mezclas de IA en fungicidas con una bioquímica objetivo muy específica, los entomólogos han desaconsejado en gran medida las mezclas de insecticidas debido a su probable impacto sobre organismos no objetivo. El IRAC ha publicado un documento sobre esta cuestión* que incluye las siguientes afirmaciones:

- >>> En la mayoría de los entornos, la rotación de los modos de acción de los insecticidas se considera el enfoque más eficaz para el Manejo de la Resistencia a los Insecticidas (MRI).
- >>> La mayoría de las mezclas no se utilizan principalmente para fines de MRI.

Las mezclas de insecticidas ofrecen ventajas comerciales para el control de plagas en una amplia gama de entornos; normalmente aumentan el nivel de control de la plaga objetivo y/o amplían la gama de plagas controladas. Hay casos en los que ayudan a combatir un complejo de plagas utilizando una única pulverización (como en la gestión de plagas del algodón), pero ampliar el espectro de actividad puede comprometer rápidamente el MIP. Existe el riesgo de que las mezclas utilicen más productos químicos de los realmente necesarios, por lo que varios organismos reguladores se oponen a su uso.

* www.irac-online.org/content/uploads/IRAC_Mixture_Statement_v1.0_10Sept12.pdf (retrieved 2/2/2022)

4.8 Plaguicidas y polinizadores

El creciente debate sobre las causas del declive de las abejas (a veces denominado “trastorno del colapso de las colonias”) en los últimos años ha dado lugar en la UE a una moratoria sobre los neonicotinoides (NNI): clotianidina, imidacloprid y tiametoxam* (aunque el cacao es polinizado por mosquillas y no por abejas). Forma parte de una “revisión permanente de las sustancias activas” por parte de la UE, que incluye la posible reevaluación del fipronil, que también interesa a los productores de cacao.

La restricción de la clotianidina, el imidacloprid y el tiametoxam se produjo tras la evaluación de riesgos por parte de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA)**, que concluyó para las tres sustancias:

- 1. **Exposición por residuos en polen y néctar.** Sólo se consideraron aceptables los usos en cultivos no atractivos para las abejas melíferas.
- 2. **Exposición por polvo.** Se indicó, o bien no pudo descartarse, un riesgo para las abejas melíferas, con algunas excepciones, como el uso en remolacha azucarera y cultivos plantados en invernaderos, y para el uso de algunos gránulos.
- 3. **Exposición por gutación.** La única evaluación de riesgos que se pudo completar fue la del maíz tratado con tiametoxam. En este caso, los estudios de campo muestran un efecto agudo en las abejas melíferas expuestas a la sustancia a través del líquido de gutación.

Las conclusiones de la EFSA contienen cuadros en los que se enumeran todos los usos autorizados de las tres sustancias en la UE para el tratamiento de semillas y en forma de gránulos. Posteriormente, la Comisión adoptó una restricción del uso de los 3 NNI. La medida se aprobó tras las votaciones celebradas el 15 de marzo de 2013 por expertos de los Estados miembros reunidos en un Comité Permanente de la Cadena Alimentaria y de Sanidad Animal y el 29 de abril de 2013 en un Comité de Apelación, en el que los Estados miembros de la UE no alcanzaron una mayoría cualificada, ni a favor ni en contra de la propuesta de la Comisión. El Reino Unido fue uno de los estados que votó en contra, influenciado por una evaluación por parte de DEFRA de los estudios*** que pretenden vincular los tres NNI con el daño a las abejas: la evaluación proporcionó una bibliografía, y encontró que gran parte de la evidencia se basó en trabajos de laboratorio, y en condiciones normales no se produciría en escenarios de campo. El profesor J. Beddington señaló que la UE corría el riesgo de no comprender el riesgo: “Esto podría legitimar un enfoque excesivamente cauteloso en ausencia de pruebas científicas que demuestren algún riesgo”.

En Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) también ha recibido peticiones de grupos activistas, entre ellos apicultores, para que se prohíban los NNI. Un informe del USDA**** describe varias causas posibles del declive de las abejas melíferas a nivel nacional: pérdida de hábitat, alimentación inadecuada, enfermedades, parásitos (especialmente *Varroa destructor*) y exposición a plaguicidas (incluidos los efectos subletales que afectan al comportamiento de las abejas). Las investigaciones realizadas hasta ahora apuntan a una combinación de estos factores, que pueden ser responsables de la disminución anual, en un 30%, de la población de abejas melíferas desde 2006. junto con otras buenas prácticas agrícolas habituales.

Las Autoridades de Registro de los países productores de cacao deben realizar una revisión continua de los productos plaguicidas registrados, para asegurar que respondan a las necesidades del siglo XXI. Sin embargo, y al igual que con otros cultivos, los responsables políticos también deben fomentar una estrategia de “intensificación sostenible”: en este caso, mantener una diversidad de sustancias activas adecuadas y eficaces, a ser posible pertenecientes a varios (>2) modos de acción, para el control de las plagas clave del cacao.

Quienes se ocupan de la política de plaguicidas en el cacao deben aceptar que los NNI y el fipronil están ahora en el punto de mira de los activistas medioambientales y de que su situación reglamentaria en Europa y Norteamérica podría cambiar con el tiempo. Se necesitan estrategias a corto y medio plazo para gestionar estos problemas. Los insecticidas a base de imidacloprid, en particular, se comercializan ahora ampliamente en los países productores de cacao, y parece que aumenta el número de incumplimientos de los LMR. La atención a las dosis recomendadas (y a la claridad de la etiqueta) para los NNI, las prácticas de aplicación en el campo y los intervalos previos a la cosecha en el cacao son claramente temas prioritarios para el personal de registro y extensión.

* www.ec.europa.eu/food/animal/liveanimals/bees/pesticides_en.htm (April 2013)

** www.efsa.europa.eu/en/press/news/130116.htm?utm_source=homepage&utm_medium=infocus&utm_campaign=beehealth (Jan. 2013)

*** www.defra.gov.uk/environment/quality/chemicals/pesticides/insecticides-bees/ (May 2013)

**** www.usda.gov/documents/ReportHoneyBeeHealth.pdf (October 2012)

4.9 Métodos de control biológico (y producción ecológica)

Como ya se ha explicado en el capítulo 3, no hay razón para que el principio de precaución no sea coherente con las BPA, siempre que esté respaldado por hallazgos científicos rigurosos y que, con una disponibilidad cada vez más reducida de tierra, no suponga una amenaza para la productividad. Los programas de BPA/MIP dependen en gran medida – y siempre que sea posible – de los enemigos naturales, sobre todo para mantener bajo control las poblaciones de plagas de insectos; los plaguicidas deben emplearse con cautela, y sólo cuando sean necesarios. Con la retirada de los IA más antiguos, y especialmente de los de amplio espectro, ha crecido el reconocimiento de los agentes biológicos como sustitutos potenciales.

Entre los retos prácticos que plantea la agricultura ecológica, destaca la necesidad de determinar con precisión qué intervenciones para el manejo de plagas están autorizadas. Los consejos a veces se contradicen, como señalan los editores del *Manual de Agentes de Biocontrol*³⁶. Se puede consultar, en la página <http://www.nysaes.cornell.edu/pp/resourceguide/index.php>, una guía útil sobre métodos compatibles.

El control biológico (CB) de las plagas ha tenido una larga historia de éxitos con una gran rentabilidad, pero también ha habido muchos casos de fracaso o control incompleto. En la práctica, el control biológico implica el uso activo o pasivo de tres clases de organismos: parasitoides, patógenos y depredadores. Existen varios enfoques para la aplicación³⁷, y entre las estrategias clave destacan las siguientes:

- » El control biológico “clásico”, en el que se capta un agente coevolucionado, muy a menudo de la zona de origen de la enfermedad (plaga) objetivo, y se libera de forma que pueda multiplicarse y reducir los niveles de población del hospedador a un nivel bajo. Aunque hay muchos ejemplos entomológicos (*por ejemplo*, los parasitoides suelen ser la solución más eficaz a los brotes de homópteros invasores), los casos exitosos de CB clásico contra otras categorías de plagas son más bien infrecuentes.



Los parasitoides pueden emplearse activamente en el control biológico clásico, inoculativo o inundativo. Como ejemplo bien documentado cabe citar las pequeñas avispas calcídidas del gran género *Trichogramma*. En el caso del cacao, parece haber interés en utilizar *Trichogramma* para el manejo del barrenillo de la mazorca del cacao.

Fuente: Dr Victor Fursov, Wikimedia Commons



Aquí se muestra *Trichoderma stromaticum* asexual y sexual en una mazorca afectada por la Escoba de Bruja; el hiperparásito se ha producido en masa y puede incorporarse a los programas de MIP³⁸. Otras especies de *Trichoderma* han sido evaluadas para el manejo de diversas enfermedades (véase la sección 7.2).

- » Control biológico por inoculación: se libera un agente con la expectativa de que se multiplique y controle la plaga durante un periodo prolongado, pero no de forma permanente. Mientras que el control biológico clásico también es inoculativo, el biocontrol por inoculación se suele utilizar en situaciones como la introducción de parasitoides y depredadores en invernaderos y en las que el término más antiguo “control biológico por aumento” puede no dar una idea clara del proceso ecológico que tiene lugar.

➤➤ Bioplaguicidas: una forma de control biológico por inundación. El término “bioplaguicida” es más útil cuando se aplica estrictamente a agentes de control microbianos vivos que:

1. son específicos como productos individuales y, por tanto, confieren alguna ventaja medioambiental (a diferencia de muchas sustancias químicas, pero no de todas), y
2. tienen un periodo de actividad limitado, por lo que suelen utilizarse con las técnicas habituales de aplicación de plaguicidas (a diferencia de otros agentes de control biológico).



Un depredador: esta araña *Nephila* (en el cacao de Indonesia) es un ejemplo de la amplia gama de enemigos naturales invertebrados, cuyas poblaciones pueden verse especialmente perjudicadas por las aplicaciones de insecticidas.

➤➤ Conservación de los enemigos naturales: una de las ventajas más indirectas de no utilizar plaguicidas de amplio espectro es que el control de una plaga puede verse reforzado por la conservación de sus enemigos naturales.

Los residuos de plaguicidas son motivo de gran preocupación, ya que los ciudadanos perciben un riesgo, pero creen que es un tema sobre el que ejercen poco control. Como respuesta, las autoridades intentan regularlo mediante el establecimiento de normas y el seguimiento de la exposición. Esto da lugar (necesariamente) a un conjunto muy complejo de procedimientos y terminologías. Encontrará una lista completa de terminologías y acrónimos en www.dropdata.org/download. En el apéndice 1 se enumeran algunos de los más comunes. Una vez más, este folleto sólo puede resumir estas complejas cuestiones, pero pueden obtenerse descripciones completas en los textos de Normas^{1,39}.

5.1 Clasificación de los peligros de los plaguicidas

La “seguridad” de los plaguicidas (es decir, la gestión de los peligros) abarca al menos cuatro aspectos:

- los riesgos agudos (a corto plazo) para los agricultores y otros fumigadores (sólo parcialmente mitigados por los equipos de protección - véase la sección 6.5)
- el impacto de los plaguicidas sobre el medio ambiente
- los residuos que quedan en los alimentos (y piensos), y en relación con esto
- la preocupación real y percibida por los efectos a largo plazo de los plaguicidas (incluidas las combinaciones de sustancias)

5.1.1 Peligros agudos y la seguridad del operador

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ofrece un sistema reconocido internacionalmente para clasificar el peligro agudo de los plaguicidas. Se agrupan en función de su dosis letal media (LD_{50}), desde la Clase I (la más tóxica) hasta Sin clasificar (poco probable que cause daños), delimitándose cada clase por un intervalo de dosis 10 veces superior (en mg/kg de peso corporal).

El sistema de la OMS reconoce un riesgo 4 veces menor en las formulaciones sólidas que en las líquidas. Esta clasificación ha sido ampliada por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), que también reconoce los efectos de la inhalación, la sensibilización ocular y la cutánea. Ambas clasificaciones deberían basarse en las **formulaciones** (siempre que se disponga de dicha información), pero, por desgracia, a menudo es difícil obtener información detallada sobre productos concretos, por lo que muchos asientos del *Manual de Plaguicidas*³ se estiman a partir de valores de IA. Los países miembros de la UE evalúan cada producto caso por caso y, en caso necesario, le asignan uno de los nueve símbolos de riesgo y un gran número de frases de riesgo asociadas*; este sistema también ha sido adoptado por la Organización Internacional del Trabajo.

i. Clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS)

(LD_{50} en ratas mg/kg de peso corporal: de las formulaciones para las que se dispone de información)

Clase		Sólidos Oral	Sólidos Dérmico	Líquidos Oral	Líquidos Dérmico
Ia	Sumamente peligroso	≤ 5	≤ 10	≤ 20	≤ 40
Ib	Muy peligroso	6-50	11-100	21-200	41-400
II	Moderadamente peligroso	51-500	101-1000	201-2 000	401-4 000
III	Poco peligroso	≥ 501	≥ 1001	≥ 2 001	≥ 4 001
(U)	Poco probable que presente un peligro agudo	≥ 2000	-	> 3 000	-

* Véase: www.europa.eu/legislation_summaries/consumers/product_labelling_and_packaging/l21273_en.htm

ii. El sistema de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA)

Clase	Todas las formulaciones: DL ₅₀ (mg/kg)		Inhalación: CL ₅₀ (mg/l)	Efectos oculares	Efectos cutáneos
	Oral	Dérmico			
I	≤ 50	≤ 200	≤ 2	Corrosivo, opacidad corneal no reversible en 7 días	Corrosivo
II	51-500	201-2000	0,2-2	Opacidad corneal no reversible en 7 días, irritación persistente durante 7 días	Irritación grave a las 72 horas
III	501-5000	2001-20.000	2-20	Sin opacidad corneal, irritación reversible en 7 días	Irritación moderada a las 72 horas
IV	> 5000	> 20.000	> 20	Sin irritación	Irritación leve o ligera a las 72 horas

En algunos países, la clasificación de la toxicidad se ilustra con una franja o triángulo de color que indica la peligrosidad del producto. Esto es una idea excelente, pero desgraciadamente no es universal.

En resumen, para los agricultores y operarios que no tienen acceso a un buen equipo de protección, la regla de oro debería ser:

- Plaguicidas de la clase I	sumamente/ altamente peligroso	NO USAR
- Plaguicidas de la clase II	moderadamente peligroso	tener mucho cuidado
- Plaguicidas de la clase III	poco peligroso	tener cuidado
- Plaguicidas no clasificados / Clase IV	improbable que sea peligroso	aun así, tener cuidado

Algunos grupos de presión, entre ellos la Promotora Mundial de MIP (apoyada por la FAO y otras organizaciones que trabajan con Escuelas de Campo para Agricultores) han sugerido que los productos de las clases I y II deberían retirarse del uso general, ya que es poco probable que los pequeños agricultores utilicen equipos de protección individual (EPI) adecuados. Con el desarrollo de nuevos productos insecticidas, ahora son muy pocos los casos en los que puede justificarse el empleo de plaguicidas de la clase I, y menos aún para los problemas a los que se pueden enfrentar los pequeños agricultores. Sin embargo, podrían surgir complicaciones si se retiraran inmediatamente todos los productos de la clase II. Este es el caso sobre todo de los insecticidas, cuando a menudo son necesarias estrategias de gestión de la resistencia que implican el uso alternativo de distintos grupos de compuestos. Por lo tanto, una restricción/retirada escalonada de los compuestos más peligrosos podría ser más apropiada, antes de que se disponga de productos más seguros.

El **Reglamento (CE) nº 1272/2008***, del Parlamento Europeo y del Consejo, establece una base armonizada de clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas; incluye, por ejemplo, los pictogramas a los que nos hemos referido. Las Directivas originales a las que sustituyó: 67/548/CEE y 1999/45/CE fueron derogadas el 1 de junio de 2015 y también se modificó el **Reglamento (CE) nº 1907/2006****, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (**REACH**) y por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos. Al igual que ocurre con los IA, las listas de sustancias restringidas de REACH se actualizan periódicamente con ajustes en los anexos: una revisión reciente se produjo en 2021***.

* Del 16 de diciembre de 2008: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008R1272> (consultado 20/6/2015)

** Del 18 de noviembre de 2006 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX:32006R1907> (consultado 20/6/2015)

*** www.chemsafetypro.com/Topics/EU/REACH_annex_xvii_REACH_restricted_substance_list.html (consulté le 1/5/2022)

5.1.2 Otras medidas de toxicidad e implicaciones

Desde un punto de vista operativo, la **toxicidad aguda** es primordial, pero hay otros criterios importantes, sobre todo en las evaluaciones de seguridad alimentaria. Para registrar un plaguicida, se requiere otra información toxicológica, que incluye:

- **Toxicidad crónica (subaguda)** durante largos periodos (años), con **estudios de generación** para determinar si se ha visto afectada la fertilidad
- **Carcinogenicidad:** si es probable que la sustancia provoque cánceres
- **Teratogenicidad:** si la sustancia puede dañar a los embriones
- **Genotoxicidad:** si la sustancia daña el material genético
- **Irritabilidad** (sobre todo para los operarios de pulverizadores) y
- **Metabolismo:** es importante saber cómo se metaboliza la sustancia, en qué (los metabolitos pueden ser más tóxicos que el plaguicida original) y cómo se excretan todos los metabolitos.

Dos medidas importantes (y sus términos asociados) destacan especialmente en la legislación y el debate. En realidad, no están vinculadas entre sí, pero pueden considerarse un reflejo del peligro y el riesgo.

- “Medidas toxicológicas” basadas en límites de seguridad conocidos: incluida la ingesta diaria admisible (IDA: un indicador clave para la aprobación de plaguicidas, descrito en la sección 5.3)
- Medidas y límites de residuos reales basados en estudios de campo: incluidos los límites máximos de residuos (LMR: especificaciones prácticas para los productores de alimentos) para un cultivo determinado.

● 5.2 ¿Qué son los LMR?

Los residuos de plaguicidas en los cultivos se controlan con referencia a los límites máximos de residuos (LMR) y se basan en el análisis de la cantidad de un IA determinado que queda en las muestras de productos alimenticios. El LMR para una determinada combinación de cultivo/IA se suele determinar por medición, durante cierto número (alrededor de 10) de ensayos de campo, en los que el cultivo ha sido tratado de acuerdo con las BPA y ha transcurrido un intervalo adecuado antes de la cosecha (véase la sección 5.8). Sin embargo, en el caso de muchos plaguicidas, este valor se fija en el Límite de Determinación (LD), ya que sólo se han evaluado los principales cultivos y el conocimiento de la IDA es incompleto (es decir, los productores o los organismos públicos no han presentado datos sobre los LMR, a menudo porque éstos no se exigían en el pasado). El LD puede considerarse una medida de presencia/ausencia, pero los verdaderos residuos pueden no ser cuantificables a niveles muy bajos. Por este motivo, se suele dar preferencia al límite de cuantificación (LOQ) (y como “regla general” suele ser 2 veces el LOD). La Comisión Europea ofrece más información útil sobre los límites de detección⁴⁰.

De ello se deduce que la adopción de BPA en las explotaciones debe ser una prioridad; incluida, sobre todo, la retirada de los plaguicidas obsoletos. Con equipos de detección cada vez más sensibles, a menudo se podrá medir cierta cantidad de residuos de plaguicidas tras su uso en el campo. En el actual entorno normativo, sería prudente que los productores de cacao se centraran en los agentes de control de plagas cuyo uso está permitido en los principales países importadores.





Las pruebas de residuos deben realizarse en laboratorios acreditados (por ejemplo, según las normas ISO 17025), siguiendo métodos acordados y validados internacionalmente; en muchos países también se aplican métodos específicos de buenas prácticas de laboratorio (BPL) (por ejemplo, DIN, ISO, FDA). Los procedimientos incluyen la extracción y “limpieza” de las muestras, seguidas del análisis mediante diversos instrumentos, en función del residuo analizado. En el Manual de Plaguicidas se ofrece información sobre el equipo adecuado para cada compuesto. Las técnicas de análisis incluyen: cromatografía de gases (GC), cromatografía gas-líquido (GLC), cromatografía de permeación en gel (GPC), cromatografía líquida de alta presión (HPLC) y diversas técnicas de espectrometría de masas, por lo que la creación y el mantenimiento de estos laboratorios son costosos.

(fotos: Jean Ponce Assi, SACO-CHOCODI)

Cabe subrayar que los LMR se establecen a partir de observaciones y **no** en base a la IDA, y también se entiende generalmente que los LMR sobrestimarían de forma notable la ingesta real de residuos. Los estudios de LMR se realizan tras años de desarrollo y es muy poco probable que una empresa agroquímica los lleve a cabo (con vistas a registrar el producto), si los estudios toxicológicos plantearan serias dudas sobre un nuevo compuesto.

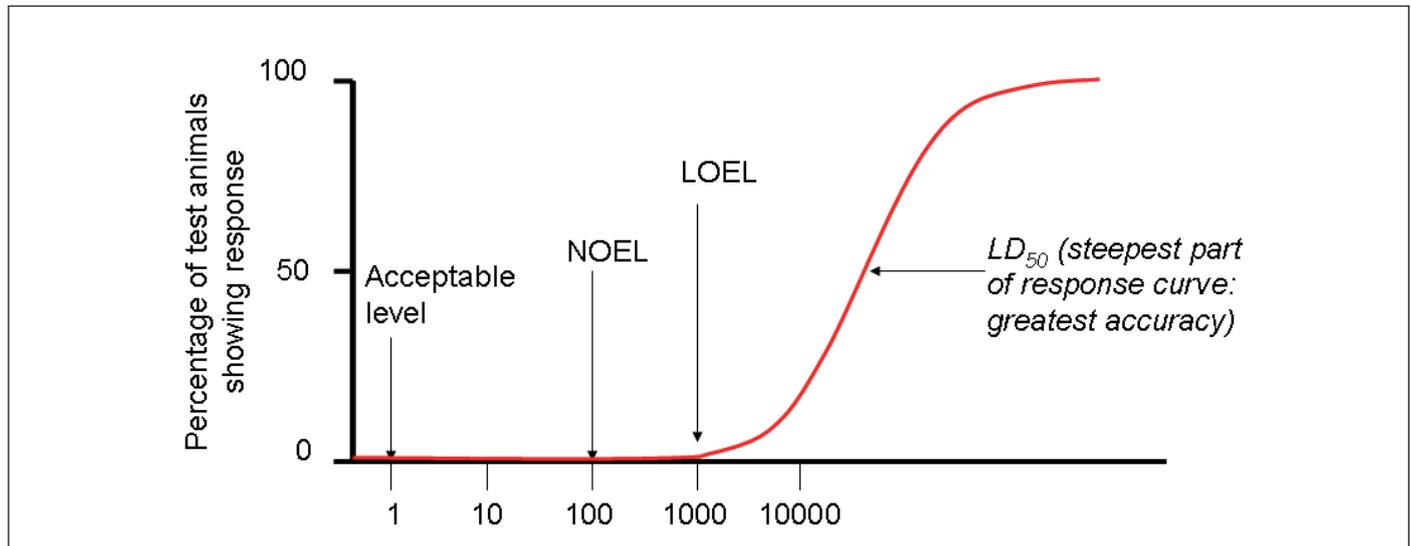
5.2.1 LMR por defecto

Para las sustancias no incluidas en ninguno de los anexos de la normativa de la UE, se aplica normalmente un LMR por defecto de 0,01 mg/kg. Los LMR por defecto se aplican en el Codex y en Japón, pero en el momento de redactar este informe aún no se habían fijado en Estados Unidos. Cabe señalar que para al menos un IA registrado (fipronil y su metabolito), el LMR es incluso inferior al valor por defecto.



5.3 Medidas de "seguridad": IDA, ArFD, OEL, etc.

Sólo se puede aprobar un plaguicida para su uso si el riesgo para los consumidores, en base a su exposición potencial, se considera aceptable. El límite establecido para un ingrediente activo (IA) – la ingesta diaria admisible (IDA) – es una estimación de la cantidad que puede consumirse diariamente, durante toda la vida, sin que la persona sufra daños. Se considera que el término "admisible" implica un factor de seguridad 100 veces superior a la medida denominada el "nivel sin efecto observado" (NOEL) obtenida en estudios de laboratorio, que a su vez es 10 veces inferior al nivel mínimo de efecto observable (LOEL).



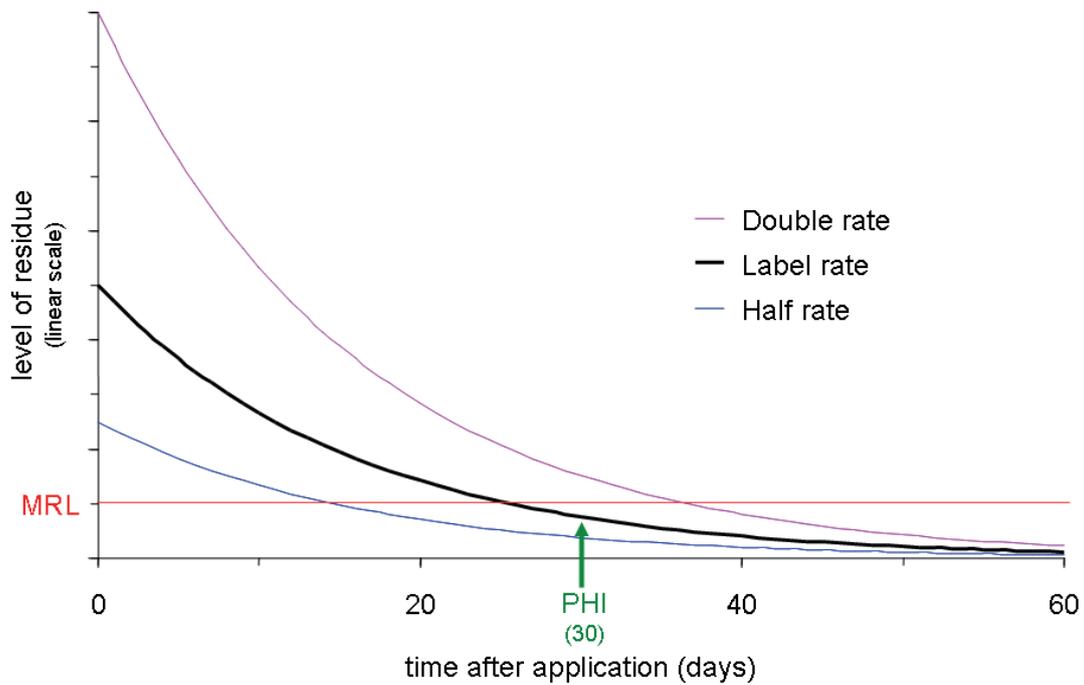
Los datos procedentes de estudios de laboratorio se expresan como dosis (normalmente en mg/kg de peso corporal), y es necesario extrapolar estos datos para la exposición humana (ya sea la toxicidad dérmica para el AOEL o la IDA para la seguridad alimentaria). La ingesta dietaria suele basarse en la ingesta dietaria estimada nacional (NEDI, por sus siglas en inglés) de un determinado alimento, medida realizada a partir de encuestas de los organismos nacionales de normalización alimentaria. Lo ideal sería basarse en la Ingesta Diaria Máxima Teórica (IDMT), pero puede haber variaciones sustanciales entre lactantes, niños y adultos, incluso después de ajustar por el peso corporal. Otro parámetro citado a menudo, la Dosis Aguda de Referencia (DRA), que es similar a la IDA, se refiere a la ingesta a corto plazo de un IA.

5.4 Descomposición de plaguicidas

Tras su aplicación, los plaguicidas se descomponen mediante procesos medioambientales tanto químicos como físicos, que implican la luz solar, el suelo y el agua (lo que se denomina **degradación abiótica**), o se metabolizan en organismos vivos (animales y plantas objetivo y no objetivo, bacterias del suelo, etc.). La descomposición de un plaguicida (y de muchas otras sustancias) en el medio ambiente sigue una curva de decaimiento. Ésta depende de la **semivida** del producto químico, que es el tiempo (normalmente expresado en días) necesario para que la mitad del plaguicida aplicado se convierta en productos de degradación (que a su vez pueden ser biológicamente activos y tener semividas considerables).

La velocidad de descomposición depende de muchos factores, entre los que destaca la estabilidad química del plaguicida en cuestión, pero otros factores como la temperatura y el pH son sumamente importantes, por lo que la semivida puede expresarse en forma de intervalo (por ejemplo, de 3 a 10 días). El modo más importante de degradación de los plaguicidas quizás sea la **oxidación**, sobre todo por oxígeno activado (por ejemplo, ozono y radicales hidroxilo generados por la luz solar, peróxido de hidrógeno generado en las plantas, etc.) en lugar del O₂ de la atmósfera.

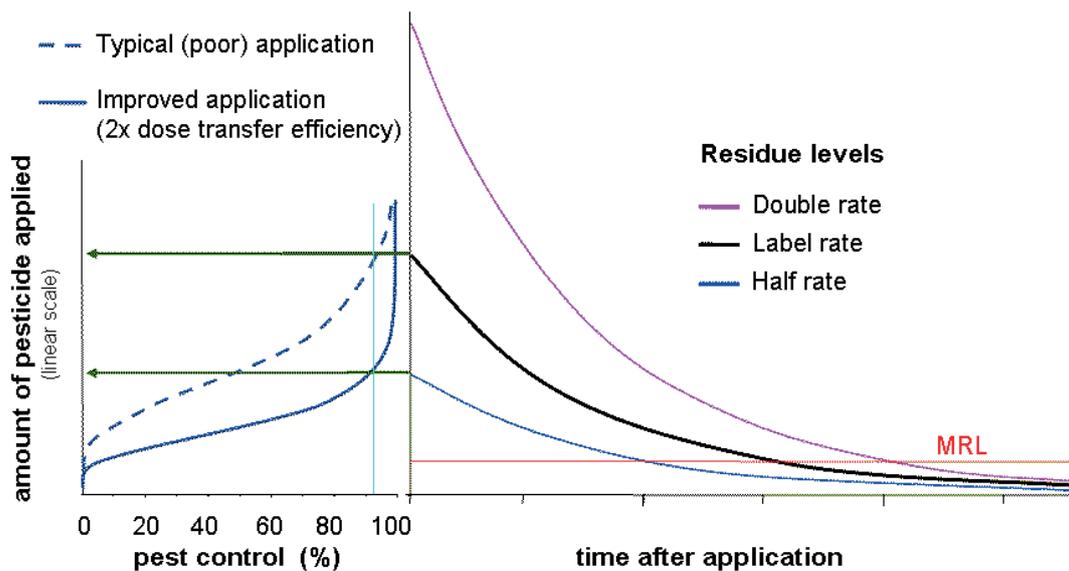
Dejar transcurrir un tiempo suficiente entre la aplicación y la cosecha permite que cualquier residuo se degrade hasta niveles aceptables (es decir, el LMR) y el Intervalo Precosecha (IPC) tiene un factor de seguridad incorporado. La reducción de la dosis disminuye a su vez el tiempo necesario para que se alcancen niveles aceptables, pero el control de plagas puede verse afectado. Los residuos excesivos se producen con intervalos de cosecha cortos, sobredosisificación o, lo que es peor, ambas cosas.



Descomposición de un plaguicida tras su aplicación (véase el texto anterior). Las curvas ilustradas se han modelizado sobre la base de una “semivida por defecto empleada en la industria” de 10 días (respaldada por datos limitados); todos los ejes son lineales.

5.4.1 Implicaciones para la aplicación y el impacto medioambiental

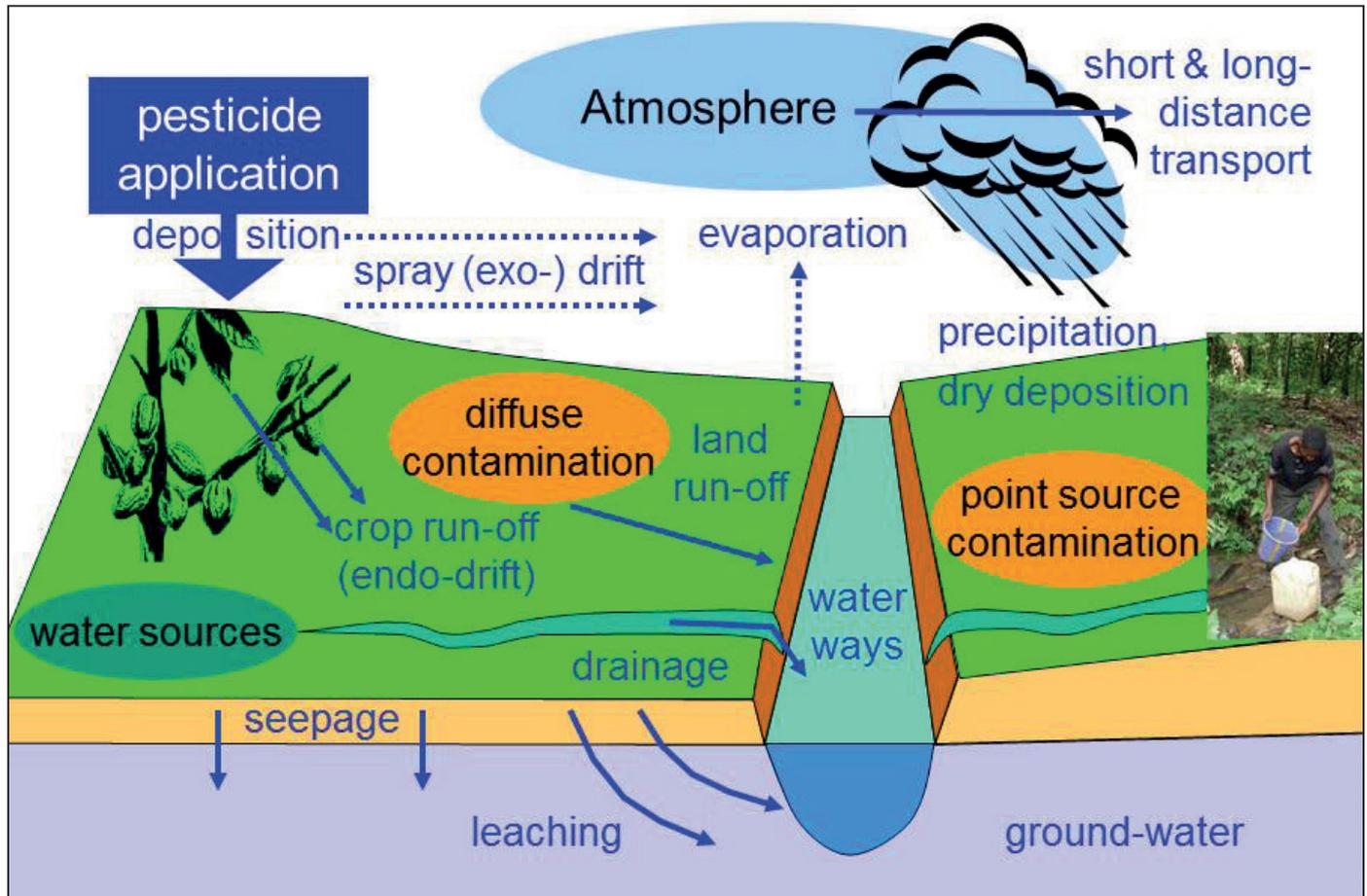
Las técnicas de aplicación mejoradas (en lugar de sólo aceptables) representan una forma especialmente prometedora de mitigar los residuos y reducir el impacto ambiental, pero lamentablemente la investigación en este campo ha sido muy limitada. La transferencia selectiva de dosis⁴¹ puede aumentar la mortalidad de las plagas para un nivel determinado de aplicación al cultivo, manteniendo al mismo tiempo un control equivalente de las plagas⁷.



Curvas de descomposición yuxtapuestas a curvas de respuesta a la dosis rotadas para métodos de aplicación indicativos estándar y mejorados contra una plaga objetivo. Las dosis habituales recomendadas permiten métodos de aplicación subóptimos. Si se puede mejorar la pulverización, los beneficios pueden incluir la reducción de la carga medioambiental de residuos de plaguicidas y un ahorro para el agricultor.

5.5 Aspectos medioambientales

Se trata de un tema enorme y complejo, que puede resumirse aquí en forma gráfica:



Las empresas agroquímicas están ahora obligadas a destinar importantes recursos a evaluar el **destino medioambiental** de los compuestos (y sus metabolitos). Incluso después de su registro, pueden surgir problemas medioambientales que amenacen el futuro de compuestos de éxito (por ejemplo, los neonicotinoides). El destino de un determinado tratamiento en el medio ambiente depende de sus propiedades químicas, la forma en que se ha dispersado el plaguicida y las propiedades del suelo, la escorrentía, los cursos de agua, etc.

La selección de nuevos compuestos incluye la evaluación del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, lo cual implica numerosas pruebas y la elaboración de modelos informáticos. Se realizan varias pruebas estándar con organismos no diana, como aves (por ejemplo, ánades reales), peces (como la trucha arco iris), algas, pulgas de agua (*Daphnia* spp.), abejas y otras especies beneficiosas.

Una aplicación inadecuada puede provocar la contaminación fuera del objetivo debido a la **deriva de la pulverización** y a la "escorrentía" desde las plantas, que contamina el suelo. Varios estudios han demostrado que la **contaminación puntual** (entrada de plaguicidas en cursos de agua/aguas subterráneas tras el vertido de concentrado o después de lavar el equipo) suele causar los mayores daños, sobre todo en los cursos de agua.

Durante las sesiones de formación, debe dedicarse tiempo a considerar las actividades de protección de los cultivos en relación con la ubicación de los cursos de agua y los pozos. Por ejemplo, para proteger las fuentes de agua, es muy importante que los agricultores tengan en cuenta los flujos de residuos al lavar los pulverizadores y la gestión de los envases vacíos de plaguicidas. No se trata sólo de que los envases vacíos resulten antiestéticos: las malas prácticas pueden perjudicar a los niños, las fuentes de agua, los animales domésticos, la biodiversidad, etc.

La eliminación de envases vacíos de plaguicidas sigue siendo problemática, pero ahora se está abordando mediante las iniciativas del Fondo Mundial para el Medio Ambiente de la FAO/OMS* y de *CropLife International*** , que incluyen:

- (a) contenedores retornables para varios viajes y
- (b) contenedores para un solo viaje, fabricados con materiales reciclables.

No es aceptable dejar envases en el campo o quemarlos. Esta foto muestra una situación muy problemática: los envases desechados indican que la mezcla tuvo lugar cerca de una importante fuente de agua.

Los recipientes deben enjuagarse tres veces y, a continuación, los operarios deben verter el agua de enjuague en el pulverizador. Si existe algún riesgo de reutilización inadecuada, los envases deben perforarse.

Se recomienda que las comunidades cacaoteras desarrollen métodos de eliminación adecuados y seguros. Lo ideal sería organizar este proceso mediante sistemas de devolución de envases con la participación de los proveedores de plaguicidas.



5.6 Eliminación de existencias antiguas

La retirada de plaguicidas suele plantear dudas a los gobiernos, a los distribuidores y a los agricultores, a la hora de tener que deshacerse de las existencias de productos. El problema debe considerarse, en primer lugar, como un problema administrativo, es decir, que **la situación debe evitarse desde el principio**. Con una política y una administración sólidas, respaldadas por el apoyo científico adecuado (véanse las recomendaciones), se pueden prever las tendencias futuras en los métodos de control de plagas: debería ser posible evitar el uso de sustancias que son motivo de preocupación.

Por lo tanto, las existencias de compuestos más antiguos deberían agotarse y retirarse del mercado mucho antes de que se prohíban. A pequeña escala, la aplicación de sustancias químicas antiguas a los cultivos suele considerarse la forma más práctica de agotarlas, siempre que sean relativamente seguras y sigan registradas en el país de uso. La **eliminación segura de los productos químicos obsoletos es muy cara** y sólo puede llevarse a cabo en un número limitado de instalaciones especializadas.

Estos comentarios sólo se aplican cuando transcurre un tiempo considerable antes de la retirada de un producto determinado. En el contexto de cualquier nueva normativa relativa a los residuos en las importaciones, los lectores deben ser conscientes del importante desfase temporal (con frecuencia >1 año) entre la explotación de cacao y el puerto de entrada, por lo que los plaguicidas (o cualquier otra práctica) que puedan causar problemas, no deben utilizarse durante la última campaña (o mejor, durante 2 campañas) antes de la fecha límite.

* Código de conducta (mayo de 2008 - consultado 10/8/2014)

** Véase: <https://croplife.org/crop-protection/stewardship/container-management/> (retrieved 2/2/2022).

5.7 LMR para el cacao: ¿qué se evaluará en la práctica?

En la UE y Estados Unidos, las muestras de cacao en grano se descascarillan primero antes de realizar el análisis de residuos: se retira la cubierta de la semilla del grano de cacao (testa) antes del análisis. En Japón, antes se analizaban los granos enteros ("con cáscara"), lo cual podría dar lugar a infracciones en materia de residuos, pero ahora los protocolos de análisis están cambiando a favor de la eliminación de la cáscara. Aún así, esta reforma se va adoptando sustancia por sustancia, y sigue siendo importante tener en cuenta el IA individual.

El Reglamento 396/2005/CE del Parlamento Europeo y del Consejo proponía límites máximos de residuos de plaguicidas en los productos alimenticios aplicables a partir del 1 de septiembre de 2008. Este Reglamento fue modificado por el Reglamento (CE) n° 149/2008 mediante el establecimiento de los anexos II, III y IV, que fijan límites máximos de residuos para los productos anteriormente incluidos en el anexo I.

El anexo III incluye los denominados LMR temporales para el cacao (muchos de ellos sujetos a revisión en un plazo de 4 años) y se divide en las dos partes siguientes:

- **Parte IIIA:** LMR temporales para sustancias que se encuentran en proceso de aprobación para su uso en la UE o sustancias que ya no están aprobadas para su uso en la UE.
- **Parte IIIB:** LMR temporales para todas las sustancias activas para nuevos productos (incluido el cacao) introducidas en virtud del Reglamento 396/2005/CE. Estos LMR se basan en los LMR nacionales, cuando la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) ha realizado una evaluación de riesgos.

El anexo IV contiene productos fitosanitarios ya evaluados a nivel comunitario para los que no es necesario fijar LMR (debido a su bajo riesgo).

La documentación de la UE no es fácil de leer: un acceso más fácil a la información esencial (con posibilidad de descarga), en los apartados "cacao (granos fermentados)" y "té, café, infusiones y cacao", está disponible en: http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/max_residue_levels/index_en.htm.

En el capítulo 3 se describen las normativas de Japón y Estados Unidos.

Los LMR para las importaciones de cacao en Japón figuran en: http://www.m5.ws001.squarestart.ne.jp/foundation/fooddtl.php?f_inq=13400 y la información de la EPA estadounidense en: <http://www.epa.gov/pesticides/food/viewtols.htm>. Una base de datos mundial de LMR (de pago) está disponible en <https://www.globalmrl.com/home>.

5.8 ¿Qué se puede hacer para mitigar el problema de los residuos?

Las medidas clave esenciales que pueden adoptarse a nivel del agricultor-operador son:

- aplicar la(s) sustancia(s) adecuada(s),
- de la forma correcta,
- en el momento oportuno.

De ello se deduce que hay cuatro formas prácticas importantes de evitar el incumplimiento de las normas sobre residuos:

1. Determinar si la aplicación de plaguicidas es la forma más adecuada de resolver el problema:

¿Será rentable?

¿Existen alternativas viables?

¿Se ha retirado algún plaguicida que aún se ofrece?

➤➤ en caso afirmativo, no utilizar.

¿Es probable que el plaguicida se retire pronto (apéndice 3)?

➤➤ si es así, consulte la sección 5.6.



2. Si procede, seleccione el plaguicida adecuado para el problema. Pregúntese a sí mismo:

¿Estoy utilizando un producto adecuado para el cacao?

¿Figura en la lista recomendada para controlar el problema?

¿Es seguro para mí?

¿Cómo tendría que utilizarlo?

3. Aplique los plaguicidas de la forma correcta para conseguir un control eficaz de las plagas. Una buena aplicación incluye el control de la cantidad de producto aplicada al cultivo. Esto implica una buena selección de boquillas, de calibrado y de técnica de aplicación (véase el capítulo 6). Un error frecuente es creer que “añadir un poco más garantiza un buen control”.

4. Aplicar los plaguicidas en el momento adecuado, antes del intervalo previo a la cosecha (PHI), que es el número mínimo de días permitido entre la última pulverización y la recolección. Esta puede ser una de las consideraciones más importantes para evitar residuos nocivos en los productos.

Por ejemplo, el producto* es un fungicida eficaz y ampliamente utilizado para el control de la podredumbre negra. En la etiqueta (“Recomendaciones de uso”) se indica que el intervalo pre-cosecha (IPC) recomendado es de un mes, pero puede que los agricultores no siempre respeten este intervalo durante brotes de la enfermedad en plena campaña. Los formadores deben hacer hincapié en este punto con mensajes claros como “no pulverizar en las 4 semanas previas a la cosecha”.



* La inclusión de compuestos o productos tiene carácter meramente ilustrativo y no implica recomendación alguna.

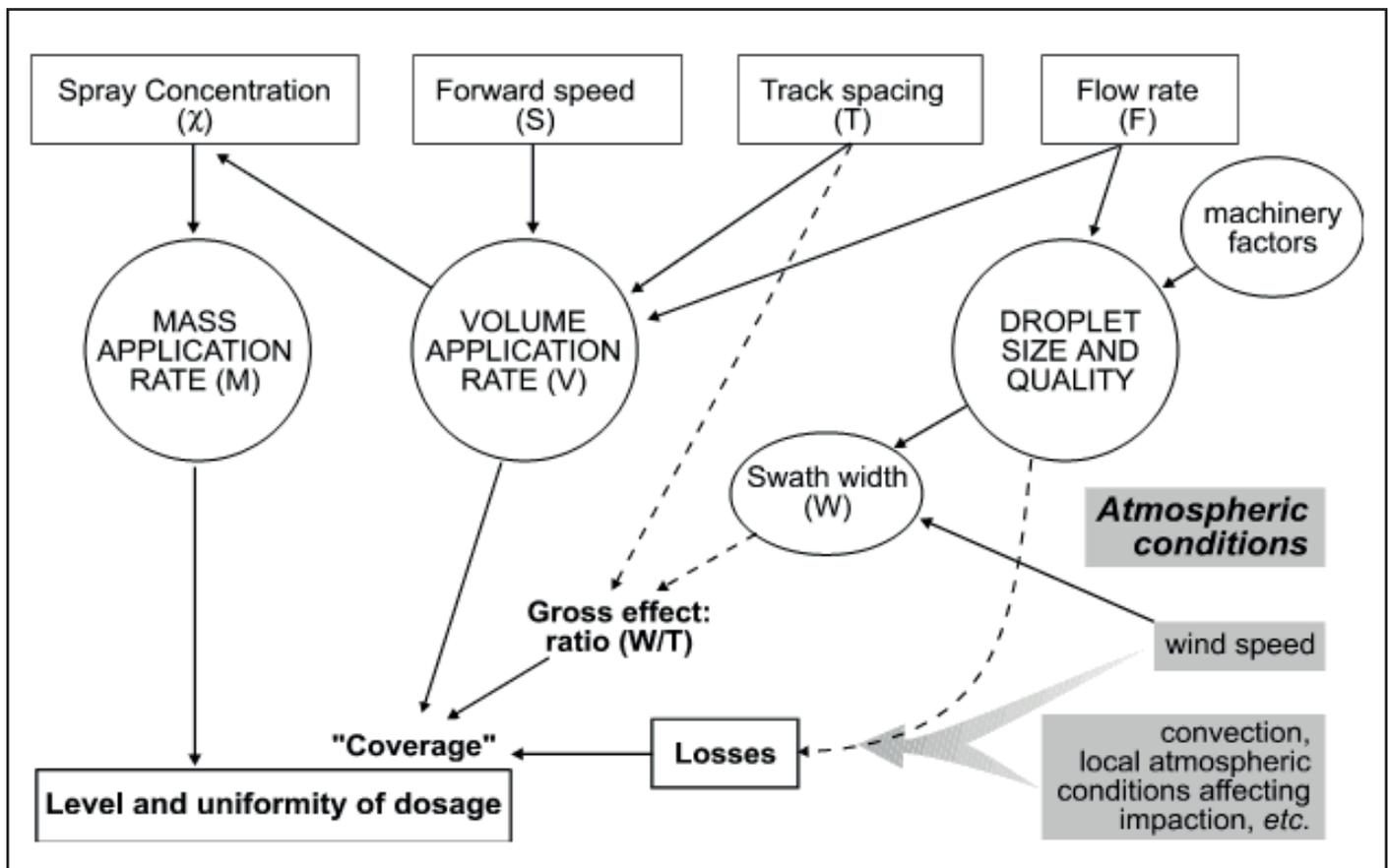
Métodos de aplicación para el cacao

El proceso de aplicación sigue siendo uno de los aspectos más descuidados y, a menudo, el 'eslabón más débil' en el uso de plaguicidas. No es exagerado afirmar que muchos pequeños cacaocultores están utilizando tecnología del siglo XIX para aplicar productos fitosanitarios del siglo XXI. Los esfuerzos por introducir unas BPA eficaces siempre se verán frustrados mientras los cacaocultores estén utilizando pulverizadores imposibles de calibrar con precisión.

6.1 Dosis de aplicación (la teoría y la etiqueta)

Mejorar la eficacia de la aplicación tiene el potencial de mejorar el control de las plagas, reduciendo tanto los costes de los plaguicidas para el cacao como el impacto sobre el medio ambiente; aplicar menos para conseguir al menos una eficacia equivalente puede incluso reducir los residuos. Sin embargo, sólo en las operaciones de aplicación más sofisticadas se intenta controlar los diversos factores que afectan a la deposición del producto en los cultivos.

En la práctica, el pequeño cacaocultor es quien mejor puede evaluar el número de árboles por bomba de aplicación (véanse las secciones sobre calibración, más adelante). No se suele apreciar lo ineficaces que son las prácticas habituales de aplicación. El estudio de Winteringham⁴² subrayaba la ineficacia de la transferencia de dosis al objetivo biológico; cuando se aplicaron pulverizaciones de lindano a los míridos del cacao, sólo el 0,02% del total que salía de la bomba alcanzaba el objetivo biológico. Excepcionalmente, la eficiencia puede alcanzar el 30% para la aplicación de herbicidas sobre malas hierbas; por tanto, en el mejor de los casos, ¡quizás sólo se desperdicia el 70% de la mezcla de plaguicidas de la bomba de aplicación!



Durante cualquier operación de pulverización, la cantidad de plaguicida que llega al objetivo biológico depende de una serie de factores, que a menudo dan lugar a interacciones complejas.

En general, la experiencia ha demostrado que para la mayoría de las operaciones de pulverización, la calibración es más eficaz cuando se centra en la **tasa volumétrica de aplicación (TVA)**. Al mezclar una cantidad conocida de plaguicida, se aplica una **dosis exacta** a la zona objetivo (un grupo de árboles, un campo, etc.). Es importante distinguir entre la dosificación y la dosis: la dosis es una cantidad exacta de sustancia suministrada a un organismo individual (por ejemplo, en un bioensayo). El VAR en sí mismo apenas influye en la calidad del depósito, que depende de los diversos factores que interactúan y que se muestran a continuación. A partir de ahí, se calcula una tasa de dilución de la formulación adecuada para alcanzar con precisión una determinada dosis por árbol o por hectárea.

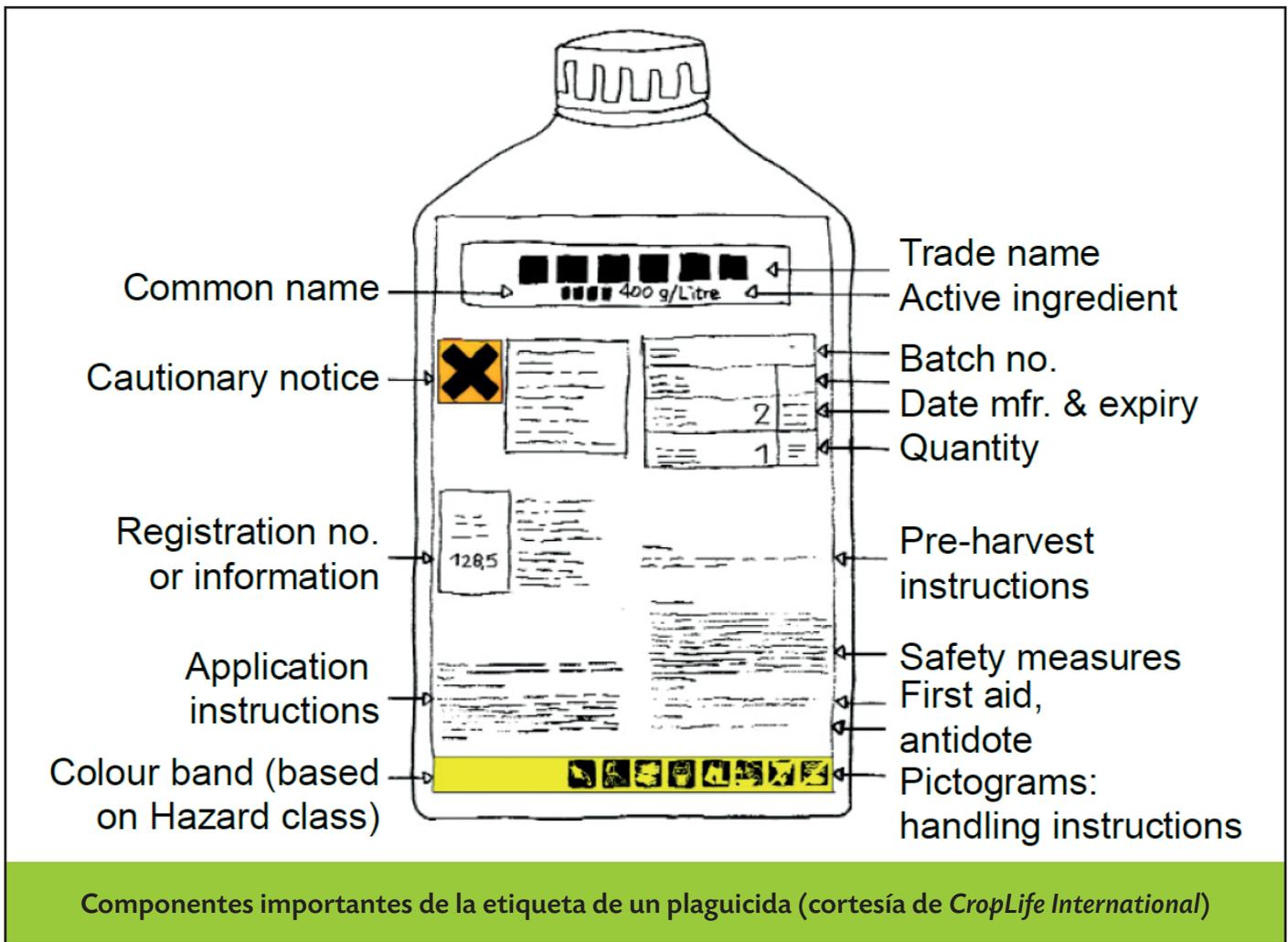
En la práctica, los operarios no suelen realizar cálculos de este tipo. La atención a las etiquetas de los productos dista mucho de ser una práctica generalizada, pero las etiquetas siguen siendo la fuente de información más disponible para los agricultores y los operadores de fumigadoras. Sin embargo, incluso las tasas de aplicación que figuran de las etiquetas pueden ser erróneas si se utiliza más de un tipo de pulverizador en una zona, ya que normalmente asumen que se utilizará una TVA determinada (a menudo muy elevada). En el caso de cultivos arbóreos como el cacao, la etiqueta del plaguicida indicará la dosis de aplicación en forma de concentración de mezcla recomendada; las buenas etiquetas también pueden dar consejos útiles sobre la aplicación.

Este es un ejemplo (poco frecuente) de unas instrucciones claras de aplicación en la etiqueta de un plaguicida.

Desgraciadamente, esto aparece en una botella que contiene un insecticida peligroso (Clase I) que ya ha sido sustituido. Aunque los pictogramas (en la parte inferior de la etiqueta) indican la necesidad de utilizar equipo de protección, el operario ilustrado justo arriba está utilizando una motofumigadora, pero no lleva ni visera ni protector de oídos (véase la sección 6.5).



La etiqueta del producto constituye el medio de comunicación entre el productor, la autoridad reguladora y el agricultor (o su asesor). Como tales, las etiquetas tienen una importancia crucial y, por tanto, deben ser una parte clave del escrutinio regulador. Los organismos reguladores nacionales tienen políticas de etiquetado, y las etiquetas siempre deben estar escritas en el idioma o idiomas locales apropiados, pero se dispone de asesoramiento internacional sobre la armonización de los formatos de las etiquetas, que tendrán similitudes con los de los plaguicidas estándar. A continuación se muestra un ejemplo. Corresponde a los organismos reguladores determinar si la información de la etiqueta es compatible con las BPA y si existe un mecanismo para comprobar la calidad del contenido.



Componentes importantes de la etiqueta de un plaguicida (cortesía de *CropLife International*)

6.1.1 Protección del consumidor, seguridad del operador y BPA

Antes de terminar esta descripción sobre las etiquetas de los plaguicidas, es importante destacar la necesidad de unos procesos rigurosos de registro y aprobación de las etiquetas de los productos permitidos. Cada vez se publican más guías nacionales de plaguicidas centradas en los productos fitosanitarios recomendados a nivel local, que constituyen una importante fuente de información sobre nombres comerciales, dosis de aplicación recomendadas para los distintos cultivos, etc. En los casos en que no están disponibles (o son difíciles de obtener para los agricultores), la provisión de este tipo de orientación, en un formato de fácil acceso, constituye un deber importante para el Gobierno y para las agencias de extensión de las ONG.

6.2 Equipos de fumigación para plagas del campo

El método de aplicación de los plaguicidas es crucial, pero suele recibir poca atención. Aplicar menos, aplicarlo de forma más eficiente, debería ser una norma fundamental en el MIP, y sin embargo en muchos países las prácticas apenas han mejorado en las últimas décadas: en algunos, de hecho, los estándares han bajado.

Junto con la atención a los intervalos previos a la cosecha (IPC) y el número de pulverizaciones, la aplicación cuidadosa es una de las formas de controlar los residuos de plaguicidas, ya que determina la dosis suministrada al cultivo. Independientemente de que se aplique un plaguicida químico, biológico o "biorracional", el rendimiento de un buen agente de control se verá gravemente reducido por unos sistemas de administración deficientes*, por lo que la aplicación también es un factor clave para lograr la eficacia.

* el "sistema de administración" describe la cuidadosa selección de fórmulas y equipos de aplicación adecuados

CÓMO NO FUMIGAR

En la práctica, hay una serie de consideraciones importantes respecto a la aplicación de plaguicidas:

- >> Evaluación del objetivo y selección del equipo
- >> Salud y seguridad
- >> Selección y ajuste de la boquilla
- >> Calibración
- >> Técnica de aplicación
- >> Mantenimiento y reparación de equipos



(cortesía H. Dobson & J. Cooper, 2005 - *Vegetable production and pest management*).

Encontrará información más detallada en *Pesticide Application Methods*⁴³, con notas también disponibles en línea en www.dropdata.org/DD/.

Existen esencialmente dos tipos de equipos utilizados habitualmente para fumigar los cacaotales: las motofumigadoras de mochila (o de chorro de aire) y las fumigadoras manuales (hidráulicas).

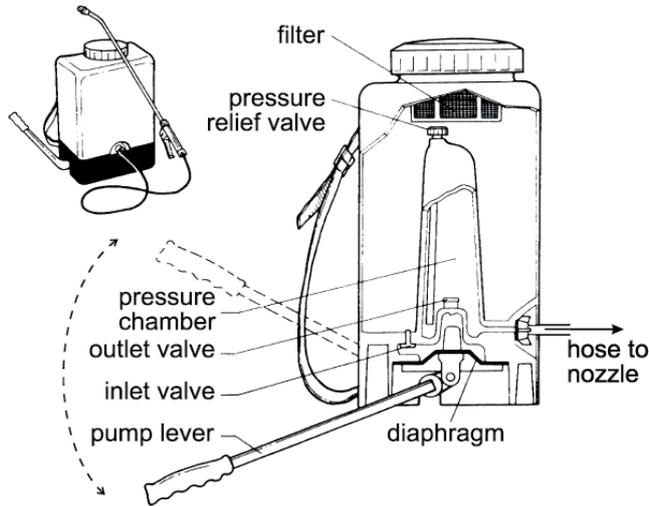
- >> Casi todos los pequeños cacaocultores emplean fumigadoras manuales (hidráulicas), tratándose del principal método de aplicación de plaguicidas (especialmente fungicidas) al cacao a nivel mundial.
- >> Las motofumigadoras tienen ahora muchos usos, pero se desarrollaron originalmente para asegurar buena cobertura de gotas en los altos cacaoteros de África Occidental.

El control químico tanto de los míridos en África como de los barrenillos de la mazorca del cacao en el sudeste asiático se validó inicialmente utilizando insecticidas como el lindano y el endosulfán, cuya volatilidad ayudó a superar las deficiencias en la aplicación. No obstante, se estimó que menos del 0,02% del ingrediente activo alcanza el objetivo biológico cuando se aplican medidas de control en el cacao utilizando motofumigadoras⁴⁴. Los nuevos productos químicos pueden resultar bastante más caros que los compuestos genéricos más conocidos utilizados hasta ahora, y la volatilidad ya no es una propiedad aceptable para los insecticidas, por lo que mejorar la calidad de la aplicación se ha convertido en lo más importante. La FAO proporciona directrices sobre los *requisitos mínimos para equipos de aplicación de plaguicidas agrícolas*⁴⁵, pero desgraciadamente resulta difícil encontrar, en las tiendas de fumigadoras o en los propios cacaotales de numerosas zonas cacaoteras, equipos que cumplan estos requisitos. En el caso de los equipos portátiles (como los que utilizan la mayoría de los agricultores y, sobre todo, los pequeños cacaocultores), se ofrecen directrices sobre tanques, bombas, etc., además de requisitos específicos en cuanto a boquillas (véase más adelante). La FAO preveía que los países miembros establecieran por ley una serie de normas de calidad para las fumigadoras, al igual que para los plaguicidas, pero lamentablemente pocos países lo han aplicado; sin embargo, en 2008 Camerún modificó una ley para prohibir la importación de fumigadoras que no cumplan los requisitos mínimos de la FAO.

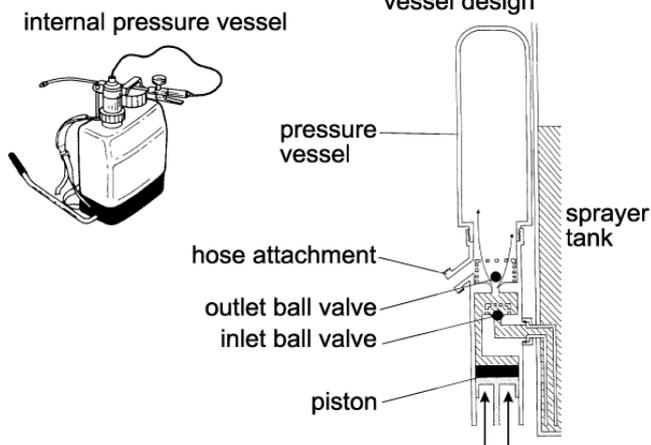
6.3 Fumigadoras y boquillas hidráulicas (manuales)

Las boquillas hidráulicas siguen siendo el método más utilizado para la aplicación de plaguicidas químicos. Se acoplan a una amplia gama de sistemas de pulverización, entre ellos los pulverizadores manuales “trombón” más básicos, los pulverizadores de mochila con palanca lateral, y los pulverizadores a presión (diseñados originalmente para el control de vectores, pero utilizados por algunos cacaocultores), como se muestra a continuación:

a. diaphragm pump type

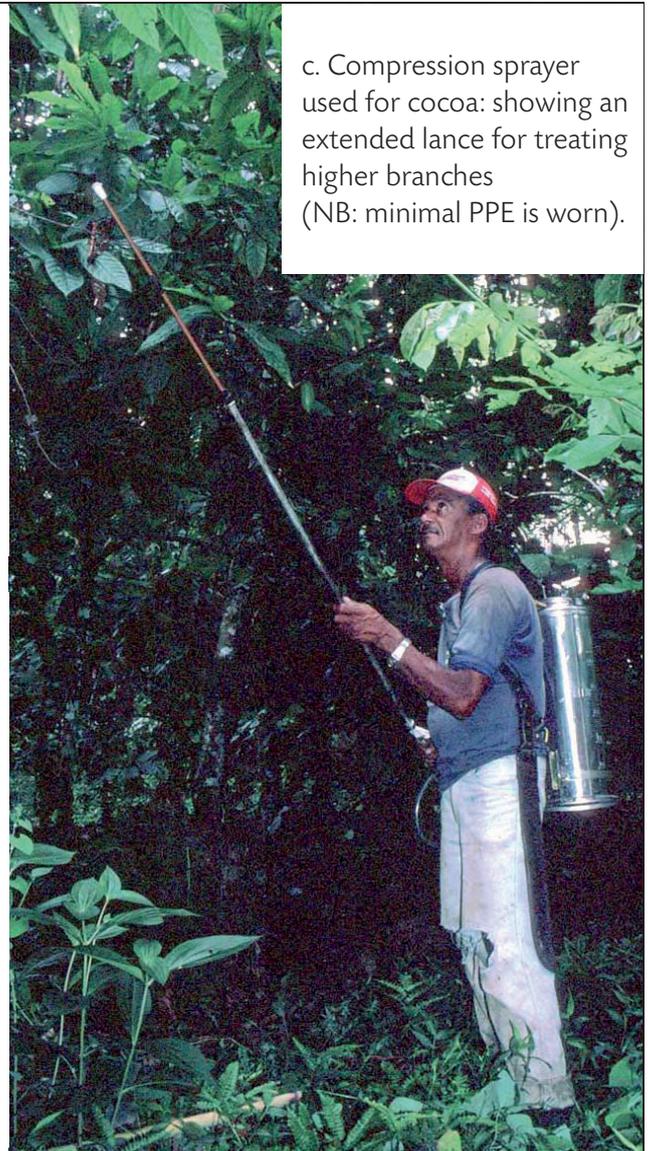


b. piston pump designs



from: BCPC (1989) "Hand operated sprayers handbook" and
J.A. Sutherland (1979) "Non-motorised hydraulic energy sprayers"

c. Compression sprayer used for cocoa: showing an extended lance for treating higher branches (NB: minimal PPE is worn).



Tres tipos de fumigadora manual empleados en el cacao

Se ilustran dos modelos habituales de pulverizador/fumigadora manual de mochila con palanca lateral: en (i) la mezcla se bombea desde el tanque mediante un diafragma, mientras que en (ii) se emplea un mecanismo de pistón/émbolo; ambos modelos requieren dos válvulas. La "pulsación" (variaciones de presión durante el bombeo) se minimiza con una cámara de presión montada internamente (a menudo como parte del mecanismo de la bomba) o bien fuera del depósito principal, y algunas fumigadoras cuentan con un mecanismo de control de la presión montado en el depósito o en la lanza de pulverización. Los filtros situados bajo la tapa del depósito suelen ser bastante gruesos, por lo que los agricultores deben utilizar siempre agua limpia para evitar la obstrucción de los filtros más finos situados junto a las puntas de las boquillas.

El pulverizador a presión se llena (pero no del todo) con la mezcla de agua y plaguicida, y después se incrementa la presión hasta 600 kPa o más, antes de situarlo en la espalda y comenzar a fumigar. Esto tiene la ventaja de dejar ambas manos libres para manejar la lanza; sin embargo, a menos que se instale un dispositivo regulador de presión, la presión y el caudal en la boquilla van disminuyendo poco a poco, y hace falta incrementar de nuevo la presión del pulverizador.

Además, y sobre todo en Asia, se va extendiendo el empleo de pulverizadores hidráulicos motorizados, en los que la energía proporcionada por el accionamiento manual de la palanca lateral se sustituye por una bomba eléctrica o incluso un motor de 2 tiempos. Es importante no confundir estos **pulverizadores hidráulicos motorizados** con las **motofumigadoras** (abajo). Mientras que estas últimas pueden utilizarse para reducir el caudal, los pulverizadores hidráulicos motorizados suelen estar equipados con boquillas múltiples o de caudal muy elevado, por lo que existe el peligro de aumentar la TVA en comparación con la pulverización manual. Al comprar este tipo de equipos de pulverización, es importante comprobar el intervalo de caudal y validarlo mediante la calibración.

La distribución del producto aplicado mediante una lanza depende en gran medida de la habilidad del operario para mantener un bombeo y una velocidad de marcha constantes y dirigir la boquilla hacia las zonas objetivo (mazorcas, follaje, ramas, etc., en función de la plaga).

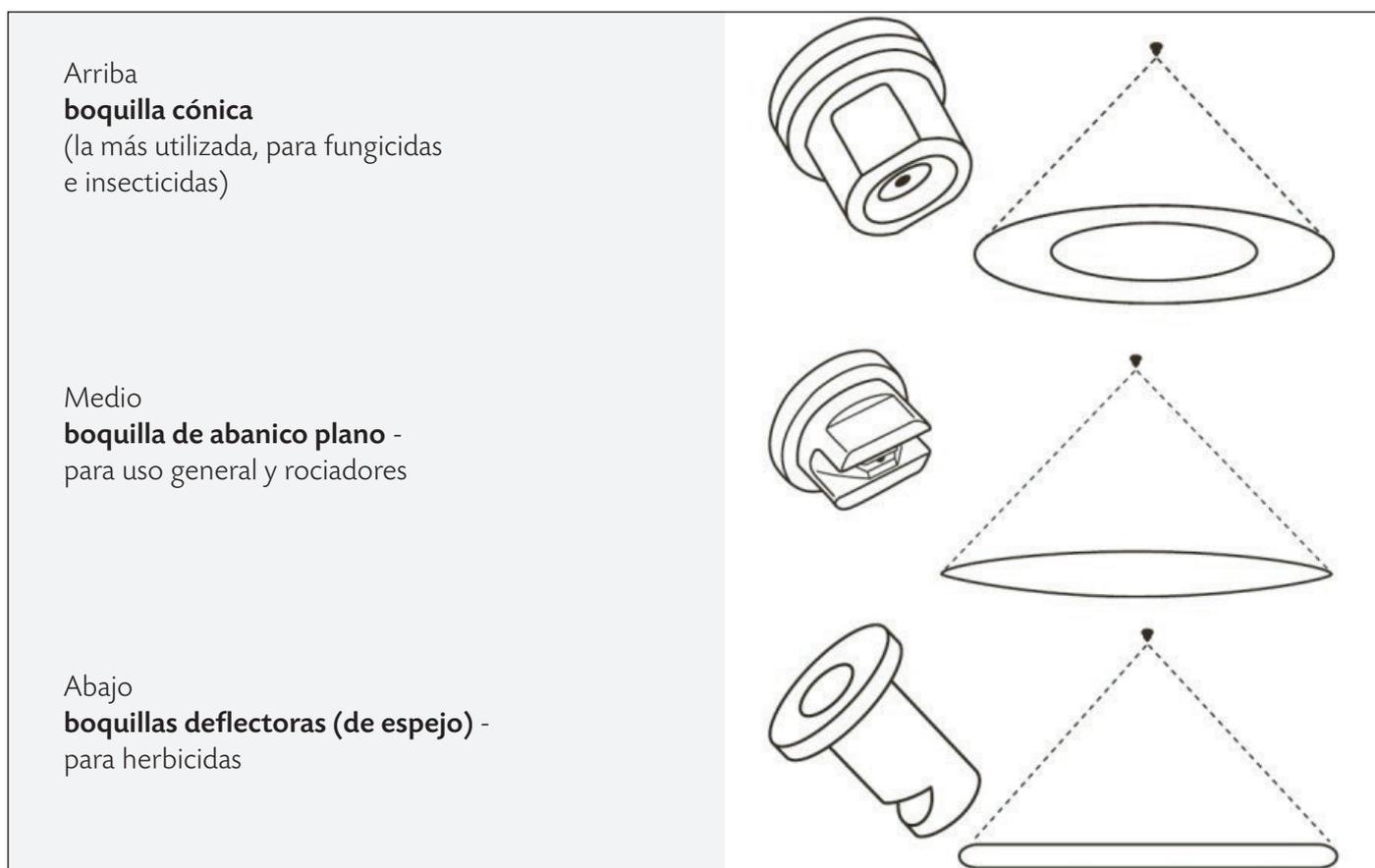
La FAO ha elaborado una serie de directrices sobre normas mínimas de equipamiento⁴⁶ para las fumigadoras manuales, que incluyen diversos aspectos relacionados con el peso, la durabilidad, las fugas, la facilidad de limpieza y mantenimiento, los manuales de instrucciones, etc. Las directrices destacan de forma específica la responsabilidad del fabricante del equipo a la hora de cumplir con los requisitos para las fumigadoras suministradas::

- “Las boquillas suministradas o recomendadas para una fumigadora deben fabricarse según las normas internacionales (ISO)*.
- “El fabricante de la fumigadora debe incluir en el manual de la fumigadora información sobre: los caudales de las boquillas, patrones de pulverización característicos y ángulos de pulverización ...”

6.3.1 Boquillas hidráulicas

El volumen de agua utilizado por hectárea (tasa volumétrica de aplicación) afecta directamente a la cantidad de plaguicida aplicada, y depende de la boquilla utilizada, junto con la presión operativa. Esta última también afecta al ángulo de pulverización y a la calidad de la pulverización, que a su vez afectan a la eficacia de la aplicación (eficiencia de la transferencia de la dosis a la plaga objetivo).

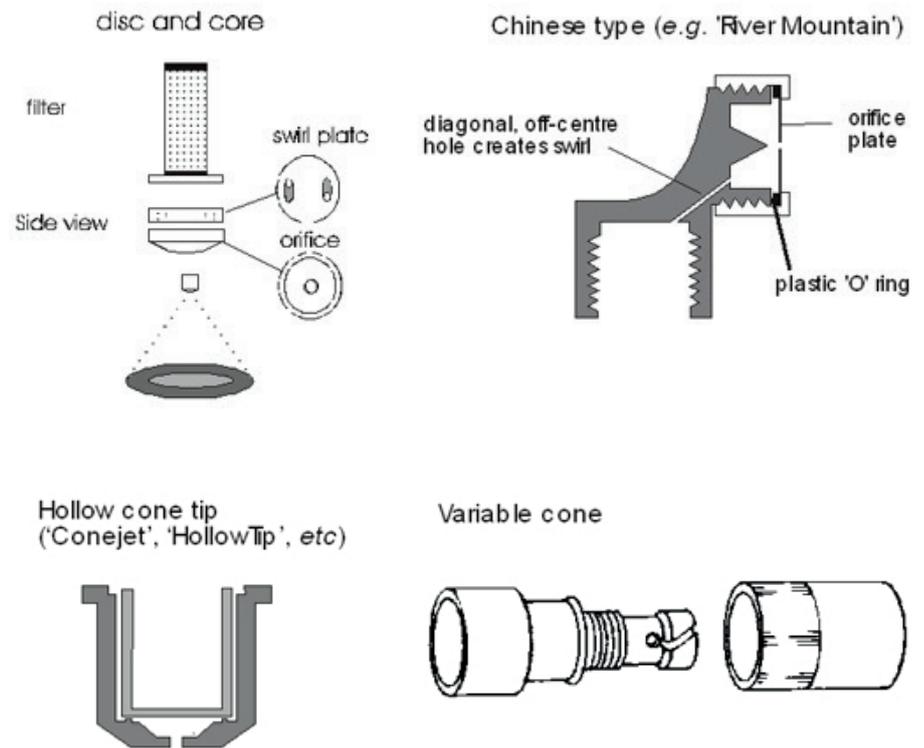
Las boquillas de pulverización más comunes, y el patrón de pulverización producido, se muestran a continuación:



* La norma ISO 10625:2005 especifica un sistema de codificación por colores para la identificación de boquillas de pulverización hidráulica estándar (por ejemplo, boquillas de abanico plano, deflectora y de cono monocomponente). Otra norma define su adaptación a los portaboquillas (ISO 8169: 1984)

Tipos de boquilla cónica

La combinación adecuada de disco y núcleo (por ejemplo, D1.5-25) puede determinarse de antemano para maximizar la llegada del producto a las mazorcas y las ramas.



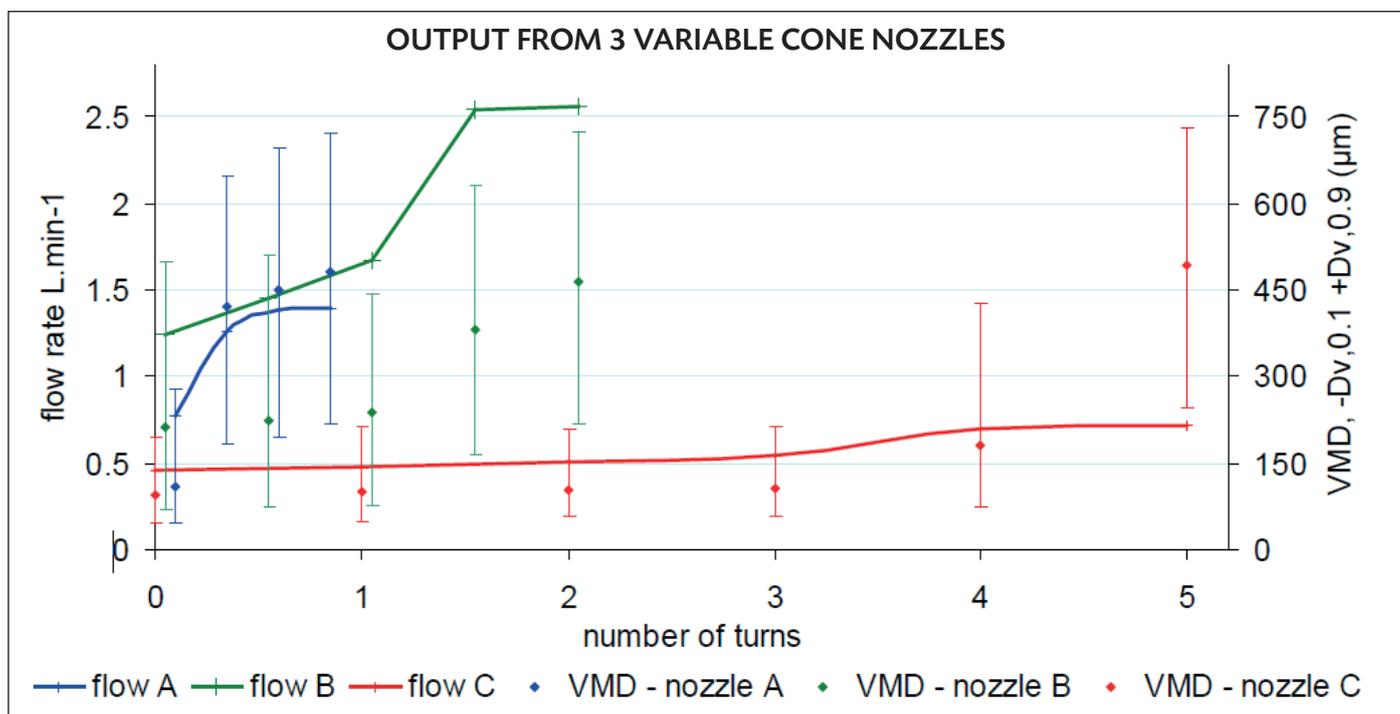
6.3.2 Necesidad de normas sobre boquillas en las zonas cacaoteras

Desgraciadamente, muchos pulverizadores/fumigadoras manuales empleados por pequeños cacaocultores en todo el mundo sólo vienen provistos de **boquillas de cono variable**, y pocos cacaocultores saben qué configuración utilizar. Cuando se enroscan hasta su ajuste mínimo (es decir, una pulverización muy fina), producen una pulverización “de cono hueco”, comparable en calidad a la producida por las boquillas de cono estándar de geometría fija. Sin embargo, incluso desenroscando ligeramente la cubierta exterior para producir un chorro de pulverización (como se hace habitualmente cuando se intenta tratar ramas altas de cultivos arbóreos) se produce un aumento espectacular del tamaño de las gotas⁴⁷.

La calidad de la pulverización es importante: en cuanto al volumen, resulta más eficaz producir un gran número de gotas pequeñas que un número relativamente pequeño de gotas grandes. Es muy probable que estas gotas más grandes se desprendan de las hojas, caigan al suelo (“escorrentía” o exo-deriva) y se desperdicien. Este es un factor que contribuye a una eficacia escasa o variable.

El gráfico que figura a continuación ilustra la enorme variabilidad de las boquillas de cono hueco ajustable: con una muestra de tres boquillas, tomadas en zonas cacaoteras. Las mediciones se realizaron a una presión relativamente alta (500 kPa) para emular la práctica de los cacaocultores cuando intentan conseguir una pulverización muy fina o un largo alcance en modo “chorro”. No sólo hay un aumento de 2 a 5 veces en el diámetro medio volumétrico (DMV)*, sino que también hay una variación del 60-80% en el caudal.

* El diámetro medio volumétrico (DMV) o $D_{[V,0.5]}$ es la medida más utilizada de una gota ‘típica’ en una nube de pulverización, expresada en μm . El 50% del volumen total de pulverización corresponde a gotas de mayor diámetro y el 50% a gotas de menor diámetro.



Salida (L min⁻¹) y características de pulverización de tres boquillas de cono variable, utilizadas en diferentes zonas cacaoteras, empleándose agua con un tensioactivo a 500 kPa. (Nota: se requiere un número distinto de rotaciones para pasar de la configuración de cono lleno [mínimo] a la de chorro de líquido máximo). La calidad de la pulverización se expresa en términos del DVM medido (rombos) con los percentiles del 10% y 90% en volumen ($D_{[v,0.1]}$ y $D_{[v,0.9]}$ como barras).

De ello se deduce que la **calibración exacta es imposible** con boquillas de cono variable. Obviamente, con estos equipos no es posible obtener recomendaciones fiables sobre la dosificación efectiva.

En los últimos 30 años se han invertido millones de dólares en todo el mundo para mejorar el diseño de las boquillas, y se han establecido varias normas internacionales para las boquillas hidráulicas, como las que definen su ajuste a los portaboquillas (ISO 8169: 1984). Se ha trabajado en el desarrollo de una "boquilla cacaotera" de geometría fija mediante la evaluación de los ajustes adecuados de la boquilla para aumentar la deposición del producto sobre mazorcas u otros objetivos relativamente estrechos, como ramas⁴⁸. Se puede conseguir un cono estrecho de pulverización fina utilizando combinaciones de boquilla de disco y núcleo en las que una placa de disco relativamente pequeña se "sobrecarga" con una placa de remolino sobredimensionada (comparado con el valor de 80 normalmente indicado por el fabricante). En ensayos controlados, se ha demostrado que combinaciones de ajuste como D1.5-25 (o D3-45 si el bloqueo se percibe como problema) mejoran en gran medida la eficacia de transferencia de la dosis de fungicidas de contacto para enfermedades de la mazorca del cacao como *Phytophthora* spp. y *Moniliophthora roreri*. Las pruebas de validación han sido variables, obteniéndose buenos resultados con los cacaocultores (que desean ahorrar en la factura de los fungicidas), pero dificultades con los operarios acostumbrados a pulverizar "hasta la escorrentía": con esta idea en mente, la técnica sólo sirvió para ralentizar el procedimiento, ya que el operario esperaba a que se produjera la escorrentía.

Esta tecnología tiene un valor limitado si no va acompañada de cursillos de formación, haciendo hincapié en la eficacia de transferencia de la dosis y en el ahorro a la hora de comprar plaguicidas. Por desgracia, en muchas zonas cacaoteras también puede resultar difícil encontrar equipos que cumplan los requisitos básicos de pulverización, como portaboquillas conformes con la norma ISO 8169, por lo que los agricultores no pueden beneficiarse de la I+D descrita anteriormente.

6.3.3 Un procedimiento sencillo de calibración

Existen varios métodos y dispositivos para ayudar a calibrar las fumigadoras manuales; un método sencillo apropiado para los cultivos arbóreos de los pequeños agricultores es el siguiente:

1. Colocar un pequeño volumen de agua limpia en el tanque de la fumigadora y accionar la bomba para comprobar que no hay fugas y que la boquilla funciona correctamente.
2. Vaciar el tanque e introducir un volumen conocido, p. ej. 5 litros si el tanque es de 15 litros.

3. Pulverizar una parte del cultivo y contar el número de árboles tratados.
4. Multiplicar este número por 3 para saber el número de árboles tratados por un tanque completo.
5. A partir de ahí, se puede calcular el número de tanques necesarios para cubrir toda la superficie de cultivo. Si se necesitan 12 tanques para una hectárea, la dosis de plaguicida por hectárea dividida por 12 es igual a la cantidad que hay que añadir a cada tanque.

6.3.4 Mantenimiento y reparación

El mantenimiento de los pulverizadores manuales de mochila suele correr a cargo de los propios agricultores, aunque ha habido iniciativas de apoyo gubernamentales o cooperativas. A veces resulta difícil convencer a los pequeños cacaocultores de que suele ser rentable a largo plazo **elegir un pulverizador robusto y de buena calidad**, ya que siempre preguntarán “**¿Podré encontrar piezas de repuesto para él?**”. Algunos mensajes básicos de divulgación:

Antes de pulverizar, el agricultor debe realizar algunas comprobaciones:

» ¿Funciona correctamente la fumigadora?

Antes de cada operación, **comprobar el** equipo utilizando sólo agua limpia

» ¿Hay averías u obstrucciones? Comprobar la bomba, las válvulas, los filtros y la boquilla.

» ¿Hay fugas?

Si no se dispone de piezas de repuesto, las juntas pueden repararse con cinta blanca (PTFE de fontanero) o juntas de goma (pueden fabricarse con cámaras de neumáticos viejas). Sustituya las mangueras desgastadas y con fugas.

Las fumigadoras con fugas son un problema por:

- » exposición del operario a la mezcla en el tanque
- » dosis de aplicación incorrectas*.
- » mayor contaminación del suelo

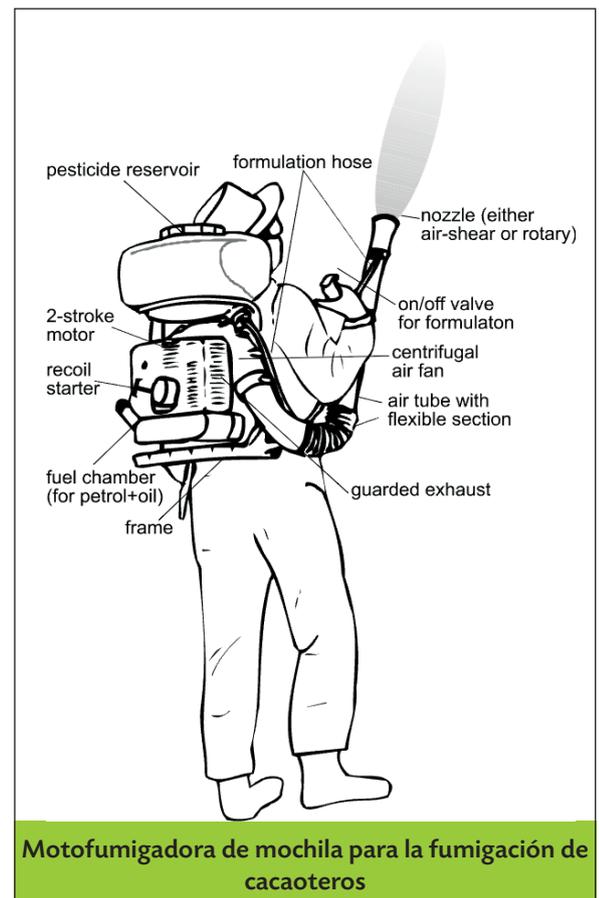


* El coste de los plaguicidas es muy superior al de los equipos de pulverización, por lo que, incluso en un corto periodo de tiempo, la inversión en equipos de calidad y piezas de repuesto debería amortizarse.

6.4 Motofumigadoras

El cacao fue uno de los primeros cultivos arbóreos tropicales en utilizar nebulizadores motorizados de mochila (motofumigadoras) para el control de plagas, utilizando un ventilador para proyectar la pulverización hasta la parte más alta de los cacaoteros. No es raro encontrar árboles de más de 14 metros, pero se recomienda encarecidamente controlar la altura de los árboles para asegurar un manejo eficaz de plagas. Las motofumigadoras nebulizadoras están diseñadas para producir una pulverización fina o “niebla”; aplican un menor volumen de producto que los pulverizadores de mochila convencionales (por ejemplo, 20-100 L/ha en lugar de 200-1000 L/ha); muchas motofumigadoras también pueden adaptarse para aplicar gránulos y polvos, pero éstos no son adecuados para el cacao.

Estos nebulizadores son el método preferido de aplicación de insecticidas para el control extendido de los míridos (cápsidos), y son utilizados por CODAPEC* para la fumigación operativa en las zonas más infestadas de Ghana. Su uso también está muy extendido en explotaciones y plantaciones de mayor tamaño (>4 ha), donde el elevado coste inicial de la maquinaria se ve compensado por un mayor ritmo de trabajo y, por tanto, una reducción de los costes de mano de obra⁴⁹. Desde su desarrollo inicial en la década de los 50, decenas de fabricantes han comercializado una amplia gama de aparatos, cada uno con características diferentes y distintas opciones de caudal (salida), etc.



Motofumigadora de mochila para la fumigación de cacaoteros

* El programa nacional de control de enfermedades y plagas del cacao de la Ghana Cocoa Board o “Ejercicio de fumigación masiva”.

6.4.1 Construcción

Los nebulizadores suelen tener un motor de dos tiempos de 35 a 70 cc, que acciona un ventilador centrífugo. Hace falta un motor de mayor tamaño para accionar un ventilador con una mayor salida de volumen de aire. Estas fumigadoras más pesadas se emplean para rociar árboles más altos, ya que el mayor volumen de aire emitido puede proyectar gotas a mayor altura que los pequeños nebulizadores. Resulta difícil proyectar gotas a más de 10 m en vertical, incluso con las mayores mochilas motorizadas.

El motor y el ventilador están fijados mediante soportes antivibración a un armazón tipo mochila, que permite que el aparato se mantenga de pie sobre el suelo. El armazón, provisto de correas, también lleva un tanque para el plaguicida, una manguera de pulverización, un depósito de combustible y un tubo de suministro de aire. En el extremo del tubo de suministro de aire va montada una boquilla. El volumen de líquido de pulverización emitido se controla mediante un restrictor variable o fijo, y hay un grifo de encendido/apagado también unido al tubo de suministro de aire. La capacidad del tanque suele ser de entre 10 y 12 litros. Se fabrican algunos con tanques mayores, pero el peso extra, añadido al del ventilador y del motor, se considera inaceptable. El tanque tiene una abertura ancha para facilitar el vertido de líquido en su interior. El suelo del tanque también debe estar inclinado hacia un punto de salida bajo. El ventilador introduce un poco de aire en el tanque de pulverización, que suele canalizarse hasta la base del filtro, en la abertura de llenado, para proporcionar una presión baja (25 kPa) para el suministro del líquido a la boquilla. Esta presión de aire es más importante si el tubo de suministro de aire estándar apunta hacia arriba, cuando la boquilla puede estar por encima del nivel del líquido en el tanque. Por lo tanto, el cierre grande del tanque debe ser hermético. En algunas máquinas, en lugar de depender de esta presión de aire, hay una bomba independiente, que suele estar montada directamente en el eje de transmisión del ventilador. Los nebulizadores equipados con bombas de formulación producen un caudal bastante más fiable (sobre todo a caudales bajos) y son más fáciles de calibrar, pero reequipar las bombas resulta caro (normalmente > 100 €//\$).

Los nebulizadores más sencillos disponen de un solo tubo para dirigir el líquido hacia la corriente de aire de alta velocidad. Sin embargo, varios fabricantes han desarrollado formas alternativas de esparcir el líquido en la corriente de aire. En algunas máquinas se instalan boquillas giratorias, que pueden proporcionar una distribución más uniforme del tamaño de las gotas pulverizadas, pero la calidad y el precio de estos dispositivos varían considerablemente. El caudal y la velocidad del aire influyen mucho en el tamaño de las gotas, por lo que los nebulizadores deben funcionar siempre a pleno rendimiento.

El caudal no viene determinado por la boquilla, sino por un restrictor montado en línea con la boquilla. En muchos pulverizadores, hay un limitador variable, a menudo con varios ajustes. Con frecuencia, los usuarios colocan este restrictor en la posición de máxima apertura para vaciar el depósito lo antes posible. Esto puede provocar una atomización deficiente, por lo que se recomienda utilizar un pulverizador con restrictores fijos independientes. Una vez colocado el limitador adecuado, los operarios no pueden (ni deben) cambiarlo sobre el terreno.

6.4.2 Mantenimiento y reparación

Estos motores necesitan un mantenimiento especializado, por lo que su uso a gran escala debe restringirse a zonas que cuentan con mecánicos cualificados, capaces de realizar el mantenimiento de los equipos. En zonas extensas de pequeñas explotaciones, los talleres móviles son una forma eficaz de ayudar a los usuarios que, de otro modo, tendrían dificultades para transportar sus equipos a un taller central. Uno de los problemas más frecuentes tiene que ver con las mangueras de formulación y sus juntas. Algunas formulaciones químicas hacen que las mangueras se dilaten y tengan fugas: se aconseja a los operadores (o a los distribuidores locales) que guarden repuestos de estas piezas, junto con abrazaderas para las mangueras.

6.4.3 Funcionamiento y calibración

En el caso de las motofumigadoras, la recogida del producto pulverizado en una corriente de aire es casi imposible; la simple medición del caudal de líquido por el tubo más allá del restrictor siempre dará lugar a una subestimación considerable (a menudo >30%) del caudal operativo, ya que no hay presión del tanque ni "efecto de succión" en la boquilla de doble salida. El caudal también puede variar de forma notable con el ángulo al que se dirige el tubo de la boquilla (por ejemplo, hacia arriba en árboles, u horizontalmente en cultivos herbáceos). Por lo tanto, la presurización del tanque puede resultar inadecuada para obtener un caudal constante, por lo que conviene seleccionar fumigadoras de bomba independiente. Para una calibración precisa, se recomienda el siguiente procedimiento:

1. Colocar la fumigadora sobre una superficie horizontal firme y anotar (o marcar) un nivel en la mitad superior del tanque;
2. asegurarse de que el grifo está cerrado; llenar el depósito con agua limpia (o sin producto) hasta el nivel de referencia;

3. arrancar el motor y operar a la velocidad normal (a pleno rendimiento);
4. fumigar de la forma habitual, con la boquilla dirigida a una altura y ángulo de trabajo típicos (sobre el propio cultivo si es posible), durante un tiempo medido (normalmente 2 minutos);
5. apagar el motor y colocar la fumigadora sobre la misma superficie horizontal que en (1);
6. con un cilindro graduado, medir cuidadosamente la cantidad de agua necesaria para rellenar el tanque hasta la marca de referencia;
7. calcular el caudal $F = \text{volumen} / \text{tiempo}$ (*por ejemplo*, 700 ml en 2 minutos = 350 ml/min).

El volumen del dosel de árboles y arbustos puede variar de forma notable entre explotaciones en distintas fases de desarrollo. Por eso, sirven de poco las tasas volumétricas únicas para la aplicación y la cantidad de plaguicida (las tasas de mezcla recomendadas para los plaguicidas químicos suelen expresarse, por lo tanto, como concentración o proporción en lugar de por hectárea). La pulverización puede limitarse a una sola hilera y el volumen por árbol puede calcularse en función del tiempo necesario para proyectar la pulverización a todos los lados del árbol. Debe darse tiempo suficiente para que el volumen de aire de cada árbol sea sustituido por el aire que transporta las gotas de pulverización.

Se han estudiado distintas formas de mejorar el proceso de transferencia de dosis con motofumigadoras mediante la evaluación de la eficacia de pulverización al objetivo⁵⁰. Se examinaron dos técnicas de pulverización, en cada hilera y en hileras alternas, con distintas TVA. La deposición comparativa sobre objetivos biológicos clave, como las mazorcas de cacao, se midió mediante una técnica espectrofotométrica con dos colorantes alimentarios comerciales para los distintos regímenes de aplicación. Según este estudio, la pulverización resulta más eficaz cuando los operadores reducen los caudales pero fumigan a lo largo de cada hilera, consiguiendo así una cobertura más uniforme. Según este estudio, la pulverización resulta más eficaz cuando los operadores reducen los caudales pero fumigan a lo largo de cada hilera, consiguiendo así una cobertura más uniforme. Sin embargo, la mayor ventaja es la mejora de la eficacia de la fumigación gracias a la mayor uniformidad de deposición. Esto significa que hay una mayor probabilidad de conseguir un control eficaz de las poblaciones de plagas y, por lo tanto, un aumento de la productividad y de la calidad.

6.5 Equipos de protección individual (EPI)

Durante décadas, se ha recomendado a los pequeños cacaocultores el uso de EPI (mascarilla, gafas protectoras, guantes, etc.) para protegerse de los efectos de los plaguicidas. Aunque los EPI deberían utilizarse siempre que estén disponibles, las visitas a muchas zonas cacaoteras confirman que ni se utilizan ni están disponibles. Además, los EPI sólo tienen valor si se mantienen en buen estado y se usan de forma adecuada.

Dado que también puede hacer demasiado calor para llevar un equipo de protección pesado, un enfoque racional consistiría en:

- >>> Selección de productos menos tóxicos
- >>> Cumplimiento de unas normas mínimas de protección personal (en lugar de ninguna)
- >>> Técnicas de aplicación adecuadas para evitar la exposición durante la fumigación
- >>> Higiene y limpieza tras la aplicación (Buenas Prácticas Agrícolas y de Almacenamiento: véanse los capítulos 7 y 8)

Reiteramos aquí la importancia de que los programas de extensión y otros programas de divulgación hagan hincapié en que **los niños no deben participar en las operaciones de fumigación**: la aplicación de plaguicidas debe considerarse siempre potencialmente peligrosa y **los niños son especialmente sensibles a los plaguicidas** (véase la sección 2.1.2).

MEDIDAS MÍNIMAS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- ✓ **Usar sombrero** para protegerse de las gotas que caen.
- ✓ Llevar ropa cómoda que proteja la mayor parte posible del cuerpo, los brazos y las piernas.
- ✗ No ponerse nunca monos u otras prendas previamente contaminadas.
- ✓ Un visor facial es especialmente importante si utiliza plaguicidas irritantes o nocivos (véase el recuadro siguiente).
- ✓ Llevar los pantalones por fuera de las botas
Los agricultores deben saber que **es más seguro no utilizar guantes que utilizar guantes agujereados.**



Si utiliza una **motofumigadora**, los protectores de oído son esenciales.



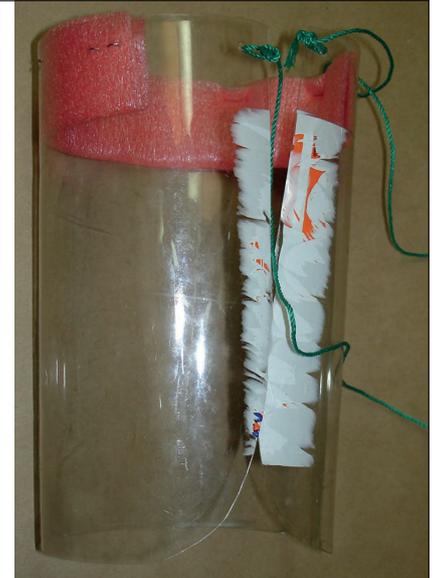
Un equipo de fumigadores trata una plantación comercial de cacao. Cuentan con un EPI bastante aceptable, pero ¿se podría mejorar de alguna forma?

6.5.1 Protección de la cara y prevención de la inhalación de gotas

El uso de “mascarillas” para evitar la inhalación de gotas y para proteger la nariz y la boca constituye una medida de protección generalmente aceptada. Desde hace mucho tiempo se sabe que las mascarillas quirúrgicas y de tela proporcionan una protección incompleta, pero la pandemia COVID-19 ha centrado el diseño, el desarrollo y la concienciación sobre las mascarillas comerciales y la cuantificación de su eficacia*.

En ausencia de respiradores diseñados para este fin, las máscaras baratas, cómodas y bien ajustadas pueden ofrecer hasta un 99% de filtración. Se han establecido distintas normas: en Europa, se recomienda la norma FFP2 para el público en general, que equivale aproximadamente a la N95 de NIOSH en Estados Unidos y a la KF94 en Corea del Sur; la norma KN95 en China carece de una regulación gubernamental estricta y puede tener un rendimiento inferior⁵¹.

Los protectores faciales protegen la cara de aerosoles irritantes o tóxicos, pero el equipo comercial es caro (el precio puede alcanzar más de € / \$ 20). El protector facial del INIAP, Ecuador (como se ilustra aquí) fue desarrollado como una alternativa muy económica. Se puede hacer de una botella de refresco de plástico de 2L y atado con cuerdas.



6.6 Pulverización masiva y proveedores de servicios (SSP)

En Ghana, durante mucho tiempo se consideraba que la aplicación segura y eficaz de insecticidas contra los móridos del cacao se lograba mejor mediante campañas de fumigación masiva coordinadas, desde la década de 1950, por el Gobierno (CODAPEC), que incluían el suministro de materiales y la formación de los fumigadores. Sin embargo, este enfoque ha suscitado problemas técnicos y se ha sugerido que la fumigación masiva no ha contribuido a mejorar los ingresos del cacao⁵². Las prioridades operativas han fomentado la fumigación “por calendario” (normalmente de agosto a diciembre en África Occidental) en lugar del uso de “umbrales de acción” para las poblaciones de móridos, compatibles con el MIP (véase el capítulo 7). Desde hace tiempo se considera que “es necesario revisar las recomendaciones de 1950 sobre el calendario de aplicación de insecticidas”⁵³.

Como alternativa a estas campañas a gran escala y también, al otro extremo, a los esfuerzos de agricultores individuales, el concepto de Proveedores de Servicios de Pulverización (SSP) consiste en proporcionar mayores conocimientos especializados mediante la formación y la cooperación a nivel (por ejemplo) de distrito. El programa cuenta con el apoyo y la financiación de la Fundación Mundial del Cacao y *CropLife International*, y beneficia a los cacaocultores de Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria y Camerún. Un SSP suele ser un agricultor que ha recibido formación especial para aplicar plaguicidas y ofrece sus servicios a otros agricultores para fumigar sus cultivos. *CropLife* afirma que “el objetivo de la red de SSP es garantizar que los plaguicidas sólo sean manipulados por quienes están capacitados; reducir el riesgo para la salud humana y el medio ambiente; garantizar que se utilicen los plaguicidas correctos en la dosis adecuada, para un control eficaz de las plagas y un mayor rendimiento; planificar la compra de plaguicidas y evitar la acumulación de existencias obsoletas; y eliminar de forma segura los envases usados”⁵⁴.

* [www.wikipedia.org/wiki/Mechanical_filter_\(respirator\)#Filtration_standards](https://www.wikipedia.org/wiki/Mechanical_filter_(respirator)#Filtration_standards)

Esta sección sirve de orientación general para la formación: con “mensajes clave” sugeridos y una explicación de por qué deben priorizarse; cada subsección podría constituir una sesión de formación individual. **Nota:** el término BPA también se aplica al deshierbe, a la aplicación de fertilizantes y otras prácticas, además de la gestión de plagas.

Referencia DROPDATA: estas notas se han resumido en el folleto *Pulverización del cacao: 10 puntos esenciales*, que ya está disponible en versiones bahasa, inglesa, francesa, española, Tok Pidgin y vietnamita. Se pueden descargar en: www.dropdata.org/cocoa/training.htm.

Este manual **no pretende** promover el empleo de plaguicidas, y cabe destacar que las medidas de manejo de plagas tienen poca o ninguna relevancia, si no se entiende la naturaleza del ataque de la plaga o si el cultivo está mal gestionado. El Uso Responsable de Plaguicidas tiene al menos cuatro componentes:

- (i) el diagnóstico cuidadoso de los problemas y la consiguiente toma de decisiones;
- (ii) de ser necesario, el uso responsable de plaguicidas o de técnicas de control alternativas;
- (iii) elección de productos adecuados que estén registrados para el control de ese problema y rotación de productos para evitar la acumulación de resistencias;
- (iv) aplicación eficiente para maximizar la eficacia y minimizar los costes y el impacto sobre los organismos no objetivo.

7.1 Arquitectura de los cultivos

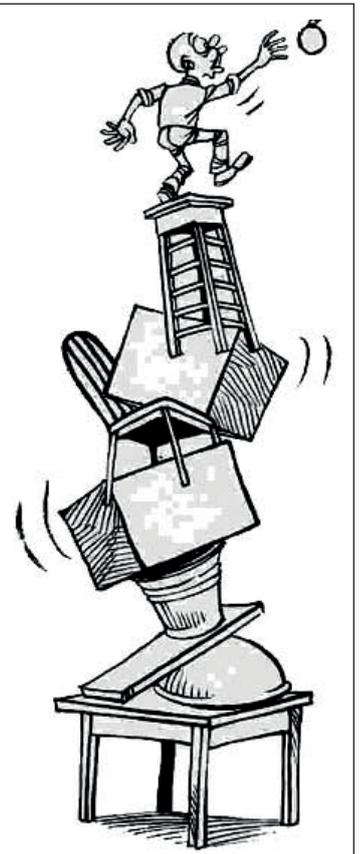
Por lo general, el manejo integrado de plagas requiere que los agricultores inspeccionen los cultivos con regularidad, y puede implicar la **recolección sanitaria** para retirar las mazorcas infestadas y enfermas. Esto resulta casi imposible en árboles muy altos. Una buena fumigación, para maximizar la cobertura sobre el objetivo biológico, necesita igualmente unos árboles bien gestionados.

El primer mensaje para los cacaocultores ...

Los árboles altos son muy difíciles:

- de manejar
- de fumigar
- de cosechar

(Viñeta por cortesía de J. Cooper, NRI)



Podar los árboles con regularidad: reducir la altura de los árboles altos (a 3-4 metros) facilitará la fumigación, pero podría provocar una pérdida de cosecha. Este es probablemente el requisito previo **más importante** para la aplicación de BPA: existen varios métodos para rehabilitar el cacao muy alto, como se muestra a continuación.

Drástica pero necesaria: la rehabilitación del cacao



Izquierda y centro: reducción simple de la altura de los árboles; los cortes se realizan a aproximadamente 1,5 - 2 metros del suelo y luego se tratan con fungicida de cobre. Para mantener una cierta producción, esto debe realizarse por etapas a lo largo de 4-5 años (p. ej., sólo cortar 1/4 de la explotación en un año).

Derecha: rehabilitación tras el injerto de chupón.

Abajo: injerto lateral.



7.2 Identificación de plagas en el campo, daños y MIP

Esta sección ofrece una breve guía de los problemas comunes del cultivo del cacao, y no pretende ser exhaustiva. Se centra en las principales plagas que se fumigan regularmente. La aplicación de plaguicidas es costosa y puede ser arriesgada, por lo que los agricultores siempre deben plantearse primero las siguientes preguntas: "¿Qué intento controlar? y ¿merece la pena gastar el dinero que esto requiere?". Estas decisiones afectarán a la selección del producto y a la forma de aplicarlo.

Algunos problemas comunes que pueden tratarse con plaguicidas son:

En cacaotales más jóvenes

- Malas hierbas
- Termitas
- Insectos defoliadores (saltamontes, escarabajos, etc.)

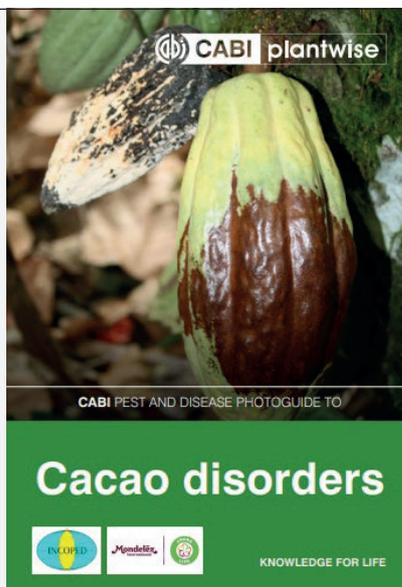
En los cultivos principales

- Podredumbre negra (*Phytophthora* spp. - especialmente *P. megakarya* en África Occidental)
- Las enfermedades provocadas por *Moniliophthora*
- Míridos (cápsidos)
 - o *Sahlbergella singularis* y *Distantiella theobromae* en África
 - o *Helopeltis* spp. en Asia
 - o *Monalonion* spp. en América Latina
- El barrenillo de la mazorca, *Conopomorpha cramerella*, en el sudeste asiático
- Virus de la hinchazón de los retoños (CSSVD)

Encontrará más información sobre las plagas de insectos, enfermedades, plaguicidas para combatirlos, etc. en:

www.dropdata.org/cocoa.

En Plantwise Knowledge Bank se puede descargar una guía útil para identificar las principales enfermedades y plagas de insectos del cacao, disponible en bahasa, inglés, francés y español para su uso en teléfonos móviles o en versiones imprimibles.



7.2.1 Práctica y futuro del manejo integrado de plagas (MIP) en el cacao

Con el impulso general para reducir o limitar el uso de los plaguicidas más peligrosos en la agricultura (p.ej. el Pacto Verde de la UE, analizado en el Capítulo 1), se está haciendo más hincapié en el manejo integrado de plagas (MIP). La UE y la FAO definen el MIP como 'la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas adecuadas que ponen freno al desarrollo de poblaciones de plagas y mantienen el uso de plaguicidas y otras intervenciones en niveles económicamente justificados y que disminuyen o reducen al mínimo los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. El 'manejo integrado de plagas' hace hincapié en el crecimiento de un cultivo sano con el menor trastorno posible de los ecosistemas agrícolas y fomenta el uso de mecanismos naturales para el control de plagas.' Los principios del MIP, en su forma más sencilla, se basan en la prevención, la vigilancia y la selección de las intervenciones menos dañinas.

Desde que se anunciaron el Pacto Verde y la Iniciativa "De la granja a la mesa", se ha despertado un gran interés por la aplicación de bioplaguicidas. Los bioplaguicidas incluyen toda una gama de sustancias, que van desde organismos vivos (bacterias, hongos, virus, nematodos) a sustancias naturales (minerales, extractos de plantas, ácidos grasos), semioquímicos (es decir, feromonas) y nuevas tecnologías como el ARNi. Desgraciadamente para los cacaocultores, ahora mismo hay pocos bioplaguicidas registrados para el manejo de plagas y enfermedades del cacao (véase el Apéndice 3). De los productos actualmente registrados para su uso en el cacao, poco se sabe sobre su disponibilidad local y su coste/eficacia en comparación con los plaguicidas químicos. En la actualidad, por lo tanto, a algunos les puede parecer un poco precipitado reducir el número de IA "probados y comprobados" disponibles para el manejo de plagas del cacao. Pero hay algo de luz al final del túnel: como parte del Pacto Verde, la UE se ha comprometido a facilitar el empleo de bioplaguicidas. En muchos países, actualmente, los bioplaguicidas deben pasar por el mismo proceso de registro que los plaguicidas químicos, por lo que una revisión podría permitir un acceso más rápido al mercado para los productos bioplaguicidas comerciales.

La disponibilidad de una gama más diversa de bioplaguicidas no será por sí sola una solución mágica; hay otros aspectos del MIP que deben abordarse y mejorarse para que sea un enfoque exitoso. La vigilancia constituye un elemento fundamental del manejo integrado de plagas, que requiere la identificación previa de la plaga objetivo para poder tomar las medidas correctoras adecuadas. El término "nivel de umbral económico" (NUE), ampliamente utilizado, es

esencialmente un concepto teórico, por lo que muchos profesionales prefieren el modelo de “umbrales de acción”: las medidas de manejo, según este modelo, deben tomarse con el fin de evitar que la incidencia de plagas alcance niveles económicamente dañinos. En la actualidad no parece que existan umbrales de actuación ampliamente acordados para muchas plagas del cacao, por lo que el manejo se sigue basando en recomendaciones generales; además, un informe reciente de Ghana pone de manifiesto que la mayoría de los cacaocultores aún no son capaces de reconocer las principales plagas y enfermedades del cacao en sus explotaciones. En cualquier caso, las técnicas de vigilancia y los umbrales de actuación pueden ser específicos de cada país o más bien locales, y siguen siendo objeto de un debate científico aún sin resolver.

Las tres plagas más importantes del cacao en África son:



Míridos (daños)

Podredumbre negra

CSSVD

A modo de advertencia – y por mucho que ambos autores apoyemos el enfoque del “empleo mínimo de plaguicidas” para el manejo de las plagas y enfermedades del cacao – hay que reconocer que los plaguicidas siguen siendo un componente clave de la “caja de herramientas” para el MIP, y no deben descartarse de forma prematura, sobre todo cuando no se han identificado aún sustitutos eficaces. Ante los principales problemas de campo en África Occidental (arriba), la mayoría de los practicantes del MIP estarían de acuerdo en que las medidas de control cultural, y sobre todo el saneamiento de los cultivos (p. ej. la eliminación de mazorcas y chupones enfermos) constituyen la base principal para el control de plagas; en el caso de la CSSVD, la replantación tras la eliminación completa de los árboles viejos puede ser la solución más realista a largo plazo. Sin embargo, a quienes abogan por nunca utilizar plaguicidas (incluso los compuestos de cobre), les invitaríamos a que experimenten en primera persona el dilema de los pequeños agricultores al enfrentarse, por ejemplo, con la presencia extendida de la podredumbre negra.

7.2.2 Enfermedades

»» Podredumbre negra

En muchas campañas, el **patógeno de la podredumbre negra *Phytophthora megakarya*** provoca la mayor pérdida de cosechas en África Occidental, la región cacaotera más importante del mundo. Los fungicidas, en combinación con métodos de control cultural, se utilizan ampliamente para controlar la enfermedad:

- » Los métodos culturales son esenciales: una aireación inadecuada dentro del dosel arbóreo puede favorecer la enfermedad, por lo que el aclareo de la copa puede ayudar. Los fungicidas sólo funcionarán bien en combinación

con una altura adecuada de los árboles, y la gestión del dosel facilita la inspección de las mazorcas.

- Fitosaneamiento semanal para eliminar las mazorcas enfermas y, a ser posible, retirarlas del campo para reducir el riesgo de que se conviertan en una fuente secundaria de infección.
- Es importante eliminar la tierra de los troncos de cacao (las hormigas suelen construir túneles de tierra en la superficie de los troncos de cacao). Así se eliminan dos fuentes de enfermedades: las esporas transportadas en la tierra infestada y las transportadas por las propias hormigas.
- Aplicar los fungicidas adecuados utilizando los métodos correctos de aplicación.
 - o Los compuestos de cobre actúan por contacto, por lo que es esencial una buena cobertura.
 - o Pueden suministrarse solos o mezclados con ...
 - o Compuestos sistémicos (Cuadro 4.2) que incluyen: (a) fenilamidas (metalaxil y benalaxil), ampliamente disponibles desde hace tiempo y rentables⁵⁶, (b) fungicidas CAA más recientes (grupo H5) como el dimetomorfo y la mandipropamida.
- Asegurarse de que merece la pena aplicar un plaguicida. Comprobar que:
 - o la infestación supera un umbral de actuación adecuado
 - o no es demasiado tarde para fumigar (por ejemplo si ya se han producido demasiados daños, como en este grave brote de podredumbre negra por *P. megakarya*).
 - o Con infestaciones como la que se muestra aquí, la única medida de control útil sería retirar y destruir las mazorcas infectadas y enterrarlas, a ser posible, para reducir la liberación de esporas.
- La salud del suelo y una buena gestión general del cultivo son esenciales. Los suelos contienen nutrientes para los cacaotales, pero también pueden albergar el patógeno. Los suelos con mucha materia orgánica y buen drenaje ayudan a evitar que el inóculo salpique y se propague en charcos de agua.
- El hiperparásito *Trichoderma asperellum* parece ser el agente de control biológico más prometedor encontrado hasta la fecha; anteriormente estaba disponible como producto comercial en África Occidental, pero parece que ya no se puede conseguir.
- Pueden desarrollarse canchros en las ramas y en el tronco principal cuando la infección se produce a través de los tallos de las mazorcas o desde el suelo en la base del tronco. El tejido enfermo debe rasparse y tratarse con fungicida antes de que la infección acabe con la rama o el tronco.
- En el sudeste asiático, los canchros del tronco causados por *Phytophthora* se han tratado con éxito mediante la inyección en el tronco de fosfonato potásico.



➤➤ Virus de la hinchazón de los retoños del cacao (CSSVD)

La CSSVD es endémica de África Occidental y su presencia en el cacao es relativamente nueva. Existen varias cepas distintas del virus; las más graves provocan importantes pérdidas de rendimiento y la muerte de los árboles susceptibles en un plazo de 5 años. Tras un estudio realizado a nivel nacional en Ghana en los años 40, se llevó a cabo una campaña para intentar erradicar el virus 'cortando' o destruyendo 50 millones de árboles infectados. Al final, la campaña no tuvo éxito y la CSSVD está muy extendida hoy tanto en Ghana como en Côte d'Ivoire. Ante la falta de métodos de control eficaces para esta enfermedad, se está llevando a cabo un nuevo programa de erradicación similar en África Occidental para intentar detener la propagación del virus.

El virus es transmitido por varias especies de cochinillas harinosas (*Pseudococcidae*) que son cuidadas y redistribuidas en las plantas por hormigas negras. Dado que en la actualidad no existen métodos directos para controlar el virus en sí (aparte de la mejora genética en busca de mayor resistencia), las estrategias de gestión se han centrado en el control de las cochinillas harinosas vectoras.

Se han probado varios insecticidas organofosforados sistémicos (que ya no están permitidos por la normativa de la UE) para controlar las cochinillas, pero eran peligrosos y tenían poco impacto. Aunque se están probando insecticidas modernos, es demasiado pronto para recomendarlos como técnica de control eficaz, y la investigación actual sobre la gestión de este virus se centra en la obtención de variedades resistentes.



Se ha investigado el biocontrol mediante depredadores, parasitoides y hongos entomopatógenos, pero sin gran éxito. El biocontrol clásico de la cochinilla de la papaya ha sido un éxito en Ghana utilizando parasitoides procedentes de América Central, la zona de origen de la plaga, pero la situación es más compleja con la CSSVD, ya que el principal vector es una cochinilla autóctona. Se han utilizado cultivos barrera (no hospedadores) para intentar restringir el movimiento de las cochinillas harinosas juveniles⁵⁸, pero esta estrategia requiere una planificación a largo plazo, además de terrenos y recursos económicos. Sin medidas de control adecuadas, siendo la erradicación la mejor opción actual, y dada la falta de material de plantación de cacao resistente/tolerante para sustituir a las plantas susceptibles, puede ser sólo cuestión de tiempo que las zonas despejadas y replantadas vuelvan a infectarse.

➤➤ Escoba de bruja (EB)

El agente causal *Moniliophthora perniciosa* está presente en Sudamérica y el Caribe e infecta los tallos, las ramas, los cojines florales y las mazorcas de cacao, causando múltiples síntomas, pero los más reconocibles son las “escobas” en las ramas y los basidiocarpos rosados en las “escobas” secas. Las pérdidas pueden oscilar entre el 50% y el 90% en las zonas más gravemente infectadas. La introducción deliberada de la enfermedad en Bahía (Brasil) en 1989 provocó una caída de la producción de cacao de más del 50% en 10 años, con resultados económicos y sociales devastadores para la región.

- La enfermedad se propaga a través de esporas producidas en el dosel a partir de cuerpos fructíferos que se desarrollan en las escobas secas. Las esporas pueden desplazarse a grandes distancias, pero la propagación se ha asociado con el movimiento de partes infectadas de la planta, es decir, brotes; a diferencia de la moniliasis (ML), la enfermedad también parece ser transportada por semillas.
- La mejor forma de manejar la enfermedad es mediante una combinación de fitosaneamiento y plantación de material resistente/tolerante. La poda de las escobas secas infectadas se lleva a cabo durante la estación seca, y el material podado debe retirarse del campo y destruirse para evitar el desarrollo de los cuerpos fructíferos y la reinfección.
- Las ‘escobas ocultas’ son difíciles de eliminar, por lo que los árboles deben mantenerse bien podados y a una altura manejable para facilitar la poda fitosanitaria.
- Los fungicidas no se recomiendan normalmente para la gestión de la EB, debido a la dificultad de dirigirse a múltiples focos de infección. *Trichoderma stromaticum* es una opción de biocontrol desarrollada y comercializada por CEPLAC, que se pulveriza sobre las escobas secas podadas para reducir la producción de los cuerpos fructíferos en el campo.



Rama de cacao en Ecuador: mazorca infectada por moniliasis (*M. roreri*: **izquierda**) y hojas-ramitas afectadas por la escoba de bruja (*M. perniciososa*). Esta última puede adoptar varias formas, incluidas las agallas en cojín (**abajo**).



➤➤ **Moniliasis (ML)**

La enfermedad fúngica *Moniliophthora roreri*, relacionada con *M. perniciososa*, ha mermado drásticamente los rendimientos en América Latina. Aunque no es la enfermedad de mayor importancia económica en las zonas en las que ha aparecido, ha superado rápidamente tanto a la podredumbre como a la escoba de bruja para convertirse en la enfermedad más grave, con pérdidas de rendimiento de hasta el 90% en los climas más propicios. Confinada inicialmente a Ecuador y Colombia, la enfermedad apareció en Costa Rica en los años 70 y desde allí se ha extendido gradualmente hacia el norte, Centroamérica, el sur, Panamá y el Amazonas. Todavía en fase invasiva, la ML se ha detectado en Jamaica, en el Caribe (2016), y en el Estado de Acre, en Brasil, en 2021.

La enfermedad, a diferencia de la EB, sólo afecta a las mazorcas de cacao y puede infectarlas en cualquier fase de su desarrollo. Los síntomas pueden tardar varias semanas en aparecer y algunas mazorcas, especialmente las infectadas en una fase posterior, puede que no muestren síntomas externos. Sólo en las mazorcas jóvenes pueden aparecer ligeras hinchazones; las mazorcas de 1 a 3 meses muestran las clásicas lesiones oscuras seguidas de la espesa alfombra de esporas de color crema. Los granos de las mazorcas en todas las fases de la infección se pudrirán y quedarán inutilizables.

- En Costa Rica⁵⁹, el fungicida oxatiin flutolanil – que antes había demostrado ser eficaz contra la EB en Trinidad⁶⁰ – y los fungicidas a base de cobre proporcionaron el control químico más eficaz de la moniliasis: pero la relación beneficio/costo fue limitada (aprox. 1:7 después de 8-10 pulverizaciones a precios de 2003). Una revisión de la eficacia de los fungicidas contra las enfermedades de *Moniliophthora* en Ecuador⁶¹ sugirió que la asoxistrobina proporcionaba un control al menos equiparable al estándar químico (clorotalonil más óxido de cobre).
- También se ha investigado el biocontrol clásico utilizando diversos hongos endófitos. En Costa Rica, *Trichoderma ovalisporum* (formulación en aceite) en ensayos de campo resultó ser tan eficaz como el flutolanil y los fungicidas de hidróxido de cobre para el manejo de la moniliasis⁶².
- Para la gestión eficaz de la moniliasis, las prácticas culturales siguen siendo la mejor opción. Conviene rehabilitar los cacaoteros a una altura reducida para que la poda fitosanitaria sea más eficaz, y realizar una poda de mantenimiento para reducir la humedad en el dosel.
- Se recomienda el fitosaneamiento semanal para eliminar las mazorcas enfermas, preferiblemente antes de que empiecen a esporular; es esencial que los agricultores aprendan a reconocer los primeros síntomas. Las mazorcas cortadas deben cubrirse con hojarasca o amontonarse y rociarse con cal o rociarse con urea al 15% y cubrirse con hojas de plátano.
- Muchos productores no manejan eficazmente la moniliasis mediante métodos culturales, ya que la mano de obra resulta demasiado costosa.

➤➤ **Trachéomycose (VSD, pour Vascular streak die-back)**

Ceratobasidium theobromae es una enfermedad fúngica importante en la región del sudeste asiático y el Pacífico; la infección con esta especie provoca la muerte de las ramas. La enfermedad es especialmente peligrosa para las plántulas, pero también es capaz de matar árboles maduros de variedades susceptibles. Se trata de otra enfermedad de “nuevo cuño” en el cacao, procedente de un huésped endémico de la región, que aún no ha sido identificado.



Síntomas de la VSD: manchas en el tejido de la cicatriz de la hoja: tres puntos marrones (**izquierda**) y crecimiento fúngico blanco en las venas y el tallo de la hoja (**derecha**).

Cortesía de Phil Keane

Además de la clorosis foliar, las manchas internas y la acronecrosis, recientemente se han observado nuevos síntomas en Indonesia, como la necrosis foliar y la producción de esporas en las nervaduras de las hojas y los tallos, lo cual hace sospechar que puede tratarse de una cepa más grave de la enfermedad.

- El manejo de la VSD se ha centrado en la plantación de materiales resistentes/tolerantes, la supervisión y la poda fitosanitaria para eliminar las ramas afectadas.
- Todavía se están investigando fungicidas adecuados para proteger, principalmente, las plantas jóvenes en el campo y las plántulas en los viveros en épocas de máxima presión de la enfermedad; ahora mismo, la aplicación de fungicidas a los árboles maduros no es eficaz ni rentable.
- No se cree que el biocontrol sea una opción para la gestión en el campo; sin embargo, hay un producto de *Trichoderma*, disponible comercialmente en Indonesia, para su aplicación al suelo que requiere más investigación.

7.2.3 Insectos

➤➤ Míridos

Desde principios del siglo XX, se ha notificado la presencia de míridos del cacao (*Sahlbergella singularis* y *Distantiella theobromae*: también conocidos como cápsidos) en África Occidental⁶³. Estos insectos se han convertido en las plagas más dañinas de la región, y se cree que causan pérdidas anuales de cosecha superiores a 200.000 toneladas. Son un ejemplo de plagas de "nuevo cuño": el cacao se originó en la región amazónica de Sudamérica y, tras ser introducido en África Occidental en el siglo XIX, se infestó de insectos locales que se adaptaron a esta nueva fuente de alimento. Del mismo modo, un complejo de verdaderas plagas de chinches (denominadas **Hemiptera**) se adaptaron al cacao en el sudeste asiático, incluidas varias especies de míridos del género *Helopeltis*.

Tanto las ninfas como los adultos de *S. singularis* y *D. theobromae* causan daños económicos al cacao, al alimentarse de brotes y mazorcas inmaduras, perforando y chupando la savia con sus bocas en forma de aguja. Los míridos provocan lesiones en tallos, ramas y mazorcas inmaduras que pueden dar lugar a infecciones fúngicas secundarias y canchales. Las mazorcas maduras no sufren daños internos significativos, pero las clásicas lesiones circulares oscuras suelen ser los primeros síntomas visibles. Las mazorcas más jóvenes (de menos de tres meses) tienen menos posibilidades de sobrevivir a los daños :



De **izquierda a derecha:**
Sahlbergella singularis
 (inmadura), *Distantiella*
theobromae, *Helopeltis*
theivora

El libro de Entwistle⁵⁴ sigue siendo el mejor resumen del desarrollo temprano de medidas de control contra los míridos. Las técnicas de aplicación de insecticidas en el cacao siguen basándose esencialmente en experimentos realizados en los años sesenta, cuando el organoclorado gamma-HCH (también llamado BHC y lindano) era el IA de elección. Dos propiedades – la persistencia y la acción fumigante (vp = 4,4 mPa) – ayudaban a superar las deficiencias en la aplicación, y el HCH se mantuvo en uso generalizado hasta la década de 1990. La resistencia a este organoclorado por parte de los míridos del cacao (véase la sección 4.6) se detectó en la década de los 50 y, al igual que con otras plagas, provocó el desarrollo de una estrategia de **manejo de la resistencia a los insecticidas (MRI)**. Una técnica de éxito ha sido la alternancia del compuesto con otros insecticidas pertenecientes a distintos grupos de MdA, con el fin de reducir la presión de selección sobre una única vía bioquímica. Los primeros ensayos de productos químicos con este propósito, desde los años 60 hasta principios de los 90, se centraron en los **carbamatos** (grupo IRAC 1A) y los compuestos **organofosforados (OP)** (grupo 1B). Entre los IA más utilizados destacaban los carbamatos: propoxur (vp = 1,3 mPa) y promecarb (vp = 1,4 mPa); los OP: clorpirifós (disponible en compuestos de metilo y etilo), diazinón y pirimifós metil; y el organoclorado (grupo IRAC 2) endosulfán (vp = 0,83 mPa). La mayoría de estos compuestos **ya han sido retirados** y la acción fumigante se considera inaceptable en el desarrollo de nuevos plaguicidas.

- En la actualidad, el manejo se suele llevar a cabo con aplicaciones regulares de insecticidas piretroides (grupo 3) y neonicotinoides (NNI: grupo 4A), como el imidacloprid y el tiametoxam. Estos últimos son interesantes por su acción sistémica y su toxicidad relativamente baja para los mamíferos, pero se ha expresado cierta preocupación por el posible impacto de los NNI nitro-sustituídos en las abejas y otros polinizadores (cuadro 4.1). La pulverización debe basarse en un seguimiento mensual de los daños causados por los míridos, pero en realidad seguramente se realice según un calendario.
- Cuando los brotes se limitan a focos bien definidos, se puede recomendar la “fumigación puntual” para reducir la cantidad de insecticidas utilizados.
- Las recomendaciones culturales incluyen la eliminación periódica de chupones, que proporcionan lugares adicionales de alimentación y puesta de huevos, y el mantenimiento de un dosel continuo. Si se rompe el dosel, los nuevos tallos favorecen la alimentación de los míridos, por lo que puede plantarse plátano para cubrir rápidamente el hueco en el dosel.
- Se siguen buscando métodos alternativos de control, con dos líneas actuales de investigación: (i) la manipulación de feromonas de míridos (atrayentes de apareamiento para un mejor seguimiento, pero no para el control⁶⁴); y (ii) el uso de bioplaguicidas (extractos/aceites de plantas y micoinsecticidas). Los brotes de plagas suelen producirse cuando una especie deja de estar controlada por sus enemigos naturales (que en el caso de los insectos hemípteros incluyen hongos específicos que atacan a los insectos). Los micoinsecticidas suelen ser esporas formuladas de dichos hongos, y pueden aplicarse de forma similar a los productos químicos.
- Un estudio del CRIG, Ghana, publicado en 2015⁶⁵, propone un enfoque más integrado/específico para el manejo de los míridos basado en la supervisión periódica, la previsión y las recomendaciones específicas para cada explotación en función de los niveles de daños causados por los míridos, con el fin de reducir el número de aplicaciones de insecticidas a lo largo del año.

Otros Heterópteros: chinches escudo/hediondos

Cabe señalar que *Sahlbergella* y *Distantiella*: (i) contienen varias especies, (ii) son sólo dos de una serie de géneros estrechamente relacionados (pertenecientes a la tribu Dicyphini, subtribu Odoniellina: todos de África), y (iii) parecen haber tenido un impacto variable en distintos momentos y en distintas zonas cacaoteras. *Helopeltis* y *Monaloniion* pertenecen a una subtribu distinta (*Monaloniina*), y no se descarta que surjan otras especies chupadoras “de nuevo cuño” o no reconocidas anteriormente.

Otra plaga cada vez más importante de “chinches verdaderos” es el chinche de escudo verde *Bathycoelia thalassina*, de gran tamaño (unos 22 mm), que se alimenta de las mazorcas de cacao en desarrollo, y cuyos adultos causan daños sobre todo en los granos. Detectada por primera vez en los años 60⁶⁶, esta especie es especialmente importante debido a su capacidad de resurgir (sección 4.6) tras la aplicación de insecticidas.



➤➤ Barrenillo de la mazorca del cacao

El barrenillo de la mazorca del cacao (BMC) *Conopomorpha cramerella* (Snellen) se considera una de las plagas más graves del cacao en el sudeste asiático y el Pacífico, ya que no sólo causa pérdidas de cosechas, sino que también reduce enormemente la calidad del cacao. La propagación de esta especie aparentemente invasora supuso un importante revés para la producción cacaotera de Malasia⁶⁷. Aunque se ha argumentado que su condición de plaga se debe a más de un nuevo encuentro con el cacao por parte de este insecto, que es endémico en el rambután y otras especies, investigaciones recientes del USDA confirman la elevada uniformidad genética del BMC en el sudeste asiático.

Los insecticidas químicos se adoptaron ampliamente como métodos de control de la BMC en las plantaciones durante la década de los 90; cuando la mayor parte de la producción del sudeste asiático se trasladó a Sulawesi, los pequeños cacaocultores siguieron empleando los mismos insecticidas. Durante la "crisis del BMC" en Malasia, en los años 80, se llevaron a cabo numerosos trabajos, pero posteriormente la investigación y el desarrollo de plaguicidas se interrumpieron casi por completo durante más de una década. Desde entonces, los fabricantes de productos agroquímicos han introducido varias moléculas nuevas, pertenecientes a modos de acción (MdA) novedosos contra los lepidópteros, pero el cacao no figura entre sus cultivos prioritarios para el desarrollo. Antes, las infestaciones de BMC se fumigaban con gamma-HCH (BHC) y posteriormente con endosulfán. Como en el caso de los mիրidos del cacao, la eficacia de estos compuestos se debía en parte a la acción fumigante, que compensaba las insuficiencias de la aplicación.

Fotos: superior derecha: granos dañados; **centro:** una mazorca moderadamente infestada; **inferior:** una polilla adulta.

➤➤ Técnicas actuales de aplicación de insecticidas: (i) basadas en la época de fructificación, de modo que se evite la aplicación durante la época de máxima cosecha; (ii) seguimiento, de modo que la aplicación dependa del umbral de daños debido al BMC; (iii) aplicación durante todo el año con periodicidad quincenal (24 aplicaciones al año), que parece ser una estrategia popular, pero que aumenta el riesgo si no se tiene en cuenta el manejo de la resistencia⁶⁸.

➤➤ Los compuestos registrados actualmente en Indonesia (con mucho el mayor usuario de insecticidas contra el BMC) incluyen: piretroides (alfa cipermetrina, beta ciflutrina, deltametrina, lambda cialotrina, etc.), clorpirifós y, últimamente, fipronil. Muchos cacaocultores de Sulawesi, donde se cultiva la mayor parte del cacao, suelen aplicar insecticidas entre 3 y 5 veces al año⁶⁹.

➤➤ El objetivo biológico se ha definido ampliamente⁷⁰ y la pulverización selectiva de las mazorcas y la parte inferior de las ramas casi horizontales es un método de aplicación preferido por los pequeños cacaocultores.

➤➤ Lo ideal sería que el manejo de este insecto se centrara en el saneamiento de los cultivos y la recolección periódica y completa de las mazorcas (Rampasan), pero el nivel de mano de obra y supervisión necesario impide su aplicación con éxito en muchas zonas.

➤➤ Otras técnicas eficaces implican el uso de fundas de plástico para proteger las mazorcas. Una vez más, esto requiere mucho trabajo y, a menos que el plástico sea biodegradable o existan sistemas de reciclaje, pueden producirse graves problemas de acumulación de basura.

➤➤ Se han explorado varios enfoques biológicos para manejar los depredadores del BMC – atrayentes (feromonas), parasitoides y diversos hongos entomopatógenos – pero todos se encuentran en fase experimental, aunque muchos productores fomentan diversas especies de hormigas depredadoras en las explotaciones, que se alimentan de las pupas del BMC y entorpecen el comportamiento habitual de las polillas adultas.



➤➤ Orugas defoladoras

Ghana notificó recientemente un brote de *Lepidoptera* spp. que atacaba las mazorcas de cacao⁷¹. Estudios posteriores identificaron las orugas como *Anomis leona*. Aunque *A. leona* no es una plaga nueva o importante del cacao en Ghana, se sabe que se alimenta de los nuevos brotes que aparecen al principio de la estación húmeda. Lo preocupante del informe de Ghana es la gravedad de la infestación (96% de los árboles en algunas comunidades) y el hecho de que se alimentara extensamente de las mazorcas, lo que las deja expuestas a una infección fúngica secundaria; además, el daño directo a las mazorcas jóvenes puede detener su desarrollo. La defoliación severa puede reducir la fotosíntesis y el rendimiento. En 2020 también se notificó la presencia de *A. leona* como plaga emergente del cacao en Nigeria. Se desconocen las razones del aumento del número de plagas en la región, pero se ha aconsejado la vigilancia en ambos países. Según los informes, el brote de Ghana se ha controlado con éxito utilizando el piretroide bifentrina.

➤➤ Barrenador de los frutos del cacao (Carmenita negra)

Carmenita foraseminis y *C. theobromae* son barrenadores de la mazorca que se encuentran en América Latina y el Caribe. No deben confundirse con el BMC (*Conopomorpha cramerella*), que se da en Asia y el Pacífico. Los síntomas producidos por *C. foraseminis* son muy similares a los del BMC, aunque *C. theobromae* es menos dañina. Se han registrado casos de *C. foraseminis* en Brasil, Colombia, Panamá, Perú y Venezuela. Las larvas perforan la pared de la mazorca y se alimentan de los granos y del mucílago del interior, causando daños muy similares a los del BMC.

Larva de *C. foraseminis* y daños internos en los granos (izquierda).
Polilla adulta (derecha).

Cortesía del CNCH, Colombia.



Un aspecto preocupante de *C. foraseminis* es que, a diferencia del BMC, completa su ciclo de vida dentro de la mazorca, emergiendo como adulto, lo que hace más difícil atacarla durante la fase larvaria como medida de control⁷². Según observaciones realizadas en Perú⁷³ y Colombia⁷⁴, que las pérdidas medias de rendimiento alcanzan entre el 35% y el 50% (respectivamente) si los niveles de infestación son elevados. En estudios realizados en Colombia, la liberación de parasitoides (*Trichogramma* sp.) y BT (*Bacillus thuringiensis*) no consiguió un manejo aceptable del barrenador, pero se observó que algunos clones en el campo eran menos susceptibles al ataque. La aplicación de un insecticida piretroide cada 2 semanas durante 4 meses redujo de forma significativa las pérdidas.

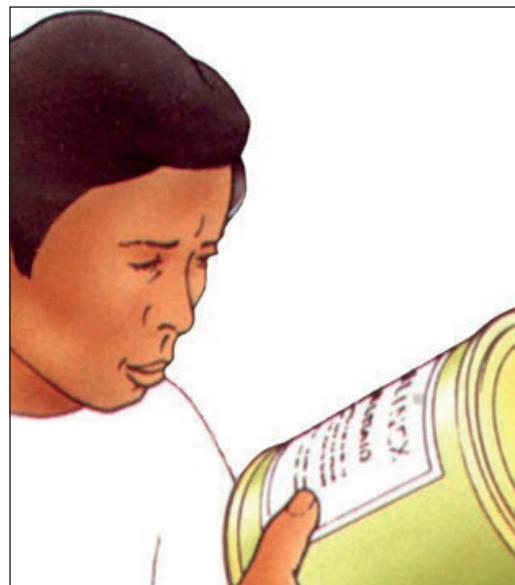
● 7.3 Selección de plaguicidas

Elegir y utilizar sólo el plaguicida adecuado:
Pensar primero en la seguridad, y preguntar ¿Será eficaz? ...

Las listas que figuran en el Apéndice 3 pueden ayudar a los agricultores y sus asesores a tomar su decisión: pero sólo después de haber identificado el IA.

Leer la etiqueta o informarse:

- • ¿Es el producto más adecuado?
- • ¿Controlará realmente el problema?
(¡lo más barato no siempre es lo mejor!)
- ¿Cuánto necesitare aplicar?
- ¿Cuál es el intervalo previo a la cosecha (IPC)?



Es importante comprender los pictogramas de peligro de las etiquetas. En el caso de los productos procedentes de o introducidos en la UE, el nuevo Reglamento "CPL"* ha modificado los pictogramas de peligro exigidos para los productos químicos. Entre los signos antiguos y nuevos destacan los siguientes:

ANTIGUO



NUEVO



muy tóxico

nocivo/irritante

peligro para el
medio ambiente

inflamable

corrosivo

Si no dispone del equipo de protección individual (EPI) adecuado (véase el apartado 6.5) ...

... **NO utilice productos peligrosos.**

7.4 Aplicación y evaluación posterior a la fumigación

7.4.1 Considerar los temas tratados en el capítulo 5: especialmente la eliminación de las existencias antiguas

La retirada de plaguicidas suele plantear dudas a los gobiernos, a los distribuidores y a los agricultores, a la hora de tener que deshacerse de las existencias de productos. El problema debe considerarse, en primer lugar, como un problema administrativo, es decir, que **la situación debe evitarse desde el principio**. Con una política y una administración sólidas, respaldadas por el apoyo científico adecuado (véanse las recomendaciones), se pueden prever las tendencias futuras en los métodos de control de plagas: debería ser posible evitar el uso de sustancias que son motivo de preocupación.

Por lo tanto, las existencias de compuestos más antiguos deberían agotarse y retirarse del mercado mucho antes de que se prohíban. A pequeña escala, la aplicación de sustancias químicas antiguas a los cultivos suele considerarse la forma más práctica de agotarlas, siempre que sean relativamente seguras y sigan registradas en el país de uso. **La eliminación segura de los productos químicos obsoletos es muy cara** y sólo puede llevarse a cabo en un número limitado de instalaciones especializadas.

Estos comentarios sólo se aplican cuando transcurre un tiempo considerable antes de la retirada de un producto determinado. En el contexto de cualquier nueva normativa relativa a los residuos en las importaciones, los lectores deben ser conscientes del importante desfase temporal (con frecuencia >1 año) entre la explotación de cacao y el puerto de entrada, por lo que los plaguicidas (o cualquier otra práctica) que puedan causar problemas, no deben utilizarse durante la última campaña (o mejor, durante 2 campañas) antes de la fecha límite.

* Un nuevo método para clasificar y etiquetar las sustancias químicas peligrosas: Reglamento 1272/2008/CE: Clasificación, Etiquetado y Envasado de Sustancias y Mezclas (Reglamento CPL), entró en vigor en diciembre de 2010.

7.4.2 Revisión de los métodos de aplicación, EPI, calibración y fumigación

En las secciones anteriores se han tratado los numerosos aspectos de la selección, calibración y mantenimiento del equipo de aplicación. Una vez que se haya asegurado de que su equipo funciona correctamente, son varios los factores que garantizan una aplicación segura y eficaz:

- Evaluación del objetivo
- Selección y ajuste de la boquilla
- Selección y uso de equipos de protección individual (EPI) adecuados
- Calibración
- Técnica de aplicación: ¿cómo tratar el objetivo? ¿Dónde debe depositar el plaguicida ...
 - o ¿mazorcas y troncos?
 - o ¿tallos?
 - o ¿todo el dosel arbóreo?

En primer lugar, seleccione la boquilla adecuada: si su pulverizador tiene una boquilla de cono hueco variable, ¿qué ajuste debe seleccionar? Recuerde que "pasarse" producirá **residuos elevados** y perjudicará al medio ambiente... además de suponer un **gasto inútil**.

Ajustes variables del cono de la boquilla

El chorro de líquido suele suponer un desperdicio. Recuerde: un caudal elevado significa:

- o gotas mayores
- o mayor riesgo de escorrentía
- o ¡desperdicio de dinero!



Un cono de pulverización ancho (arriba) es adecuado para las copas de los árboles, pero puede resultar poco eficaz para las mazorcas y las ramas estrechas.



Para objetivos estrechos como mazorcas y ramas, necesita un ángulo de pulverización estrecho (izquierda).



La calibración merece la pena

Utilice la cantidad correcta de agua (tasa volumétrica) y de mezcla de plaguicida.

Hágase estas preguntas:

- ¿cuántos litros caben en el tanque de mi fumigadora?
- ¿cuántos árboles se pueden tratar con cada carga del tanque?
- ¿cuántas cargas de tanque hacen falta para fumigar toda la explotación?

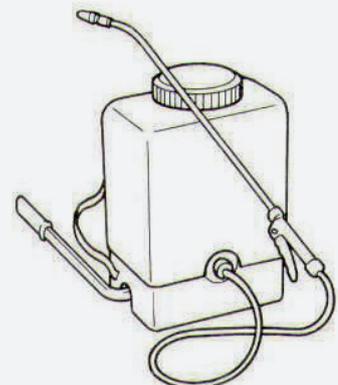
A continuación se muestra un ejemplo de etiqueta de un insecticida utilizado en uno de los principales países productores de cacao.



La etiqueta indica que: (i) la dosis recomendada es de 0,5 L por hectárea; (ii) deben utilizarse 125 ml por carga de fumigadora para 0,25 ha; y (iii) se recomiendan dos aplicaciones al año. No se hace referencia a la tasa volumétrica de aplicación (TVA) ni a la capacidad estándar de un tanque, pero es de suponer que se refiere a motofumigadoras de mochila. Es posible que los cacaoteros fumiguen 0,25 ha con una sola carga del tanque, pero para hacerlo correctamente sigue siendo necesario saber cuántas cargas de tanque se necesitan para fumigar una superficie conocida (por lo general, la explotación entera). Dado que las fumigadoras suelen tener una capacidad de tanque de 10-12 litros (véase el apartado 6.4.1), la TVA debería ser de 40-50 L/ha. Algunos opinan que esto es demasiado complicado para los cacaocultores, pero las discrepancias darán lugar a una sobredosisificación o infradosisificación proporcional del producto. Las consecuencias potenciales incluyen residuos elevados y un control deficiente de las plagas, respectivamente, por lo que los formadores, los proveedores de servicios de fumigación y el personal de certificación DEBEN determinar si se trata de un problema común en sus regiones.

Tras la fumigación, pregúntese:

- ¿Ha utilizado el número de cargas previsto? Si no, ¿por qué no?
 - ¿Era difícil alcanzar las mazorcas y ramas altas? Si es así, empiece a podar sus árboles
 - ¿Ha funcionado la operación de fumigación? ... siga vigilando las plagas de su cultivo ...
- ... si no, cambie el plaguicida, el momento de aplicación o mejore la técnica de aplicación**



Técnica de aplicación

Mezcle sólo la cantidad de plaguicida que necesite para el día

Actúe de forma sistemática: fumigue uniformemente, sin saltar ninguna zona...
...y sin rociarla dos veces!

¿Se están fumigando eficazmente todas las plagas objetivo?

¿Llega mucho plaguicida a zonas donde no debería llegar?

En concreto...

... ¿gotean las mazorcas o las hojas?

... si es así, está fumigando demasiado: reduzca la tasa volumétrica de aplicación.

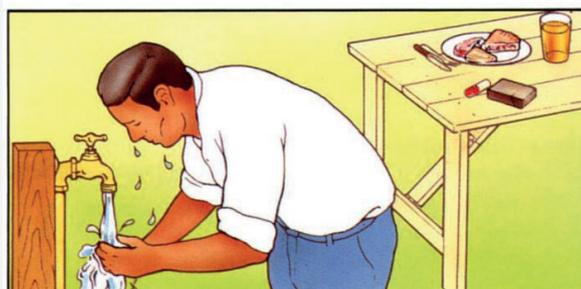
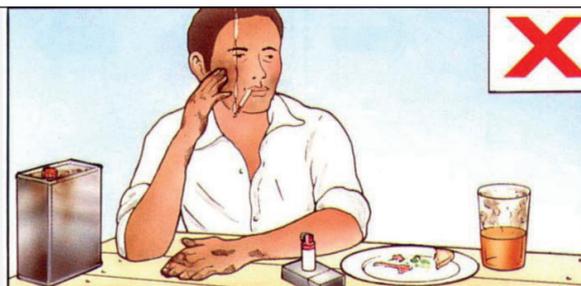


7.5 Envases de plaguicidas e higiene

Si utiliza sobres, elimínelos con cuidado

Si necesita reciclar los envases de plaguicidas: aclárelos al menos 3 veces antes de tirarlos. Si es posible, utilice el agua de aclarado en la siguiente carga del tanque

- ✗ No utilice nunca la boca para limpiar la boquilla ... ni para cebar la fumigadora
- ✗ No coma, beba ni fume durante la fumigación
Tras la fumigación: - limpie primero la fumigadora – luego lávese y lave su ropa, pero ...
- ✗ No tire nunca el agua de lavado cerca de fuentes de agua (utilice el terreno baldío o deséchela debajo del cultivo de cacao, lejos del alcance de niños y animales)





Buenas prácticas de almacenamiento

8.1 Normas de calidad del cacao

La FAO ofrece orientaciones útiles sobre el manejo de las plagas del almacenamiento⁷⁵, pero a la luz de las nuevas normativas, puede ser necesario actualizar los agentes de control específicos. La Federation of Cocoa Commerce Ltd. (FCC) ha publicado y actualizado una *Declaración de buenas prácticas para la gestión de la infestación y la fumigación*⁷⁶. Este documento, junto con el *Código de Prácticas del Plan de Superintendentes de la FCC*, ofrece información sobre técnicas y procedimientos para mejorar la calidad del cacao.

8.2 Plagas importantes del almacenamiento

Entre las plagas de almacenamiento⁷⁷ conocidas por infestar los granos de cacao destacan* :

Polillas de almacén (Lepidoptera), esp.:		
Polilla del cacao (=polilla de almacén)	<i>Ephestia elutella</i> (Pyralidae)	**
Polilla bandeada (= Polilla de la almendra)	<i>E. cautella</i>	**
Polilla del arroz	<i>Corcyra cephalonica</i> (Pyralidae)	
Gorgojos (Coleoptera) tales como:		
Gorgojo del tabaco (sobre todo tras el almacenamiento prolongado)	<i>Lasioderma serricone</i> (Anobiidae)	**
Gorgojo minador del maíz	<i>Carpophilus dimidiatus</i> (Nitidulidae)	
Gorgojo rojizo	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Cucujidae)	**
Gorgojo del café (esp. con humedad elevada)	<i>Araecerus fasciculatus</i> (Anthribidae)	
Gorgojo castaño	<i>Triboleum castaneum</i> (Tenebrionidae)	**
Barrenador menor de los granos	<i>Rhizopertha dominica</i> (Bostrichidae)	
Roedores	<i>Rattus</i> spp.	

Derecha:

granos infestados por larvas de polilla de almacén

foto: RBP



Izquierda - Gorgojo rojizo

Cryptolestes ferrugineus

Derecha - Polilla del cacao / de almacén

Ephestia elutella

Cortesía Food and Environment Research Agency (FERA), York.
© Crown Copyright.



* : Normas de muestreo de la FCC, normas de calidad de la FCC: aplicables a los contratos realizados después de marzo de 2008.

** : especialmente frecuentes en el cacao.

● 8.3 El papel cada vez más importante de los controles no químicos

Las prácticas establecidas, junto con los avances recientes en materia de investigación y desarrollo⁷⁸, han demostrado que las infestaciones de productos almacenados pueden controlarse mediante:

Saneamiento general: como en la mayoría de los controles de plagas, deben tomarse medidas básicas para evitar la transmisión de infestaciones, limpiando y retirando los residuos que puedan albergar plagas.

Mantenimiento de un bajo nivel de humedad: En la mayoría de los cultivos almacenados, si el nivel de humedad se reduce por debajo del 8%, cesa prácticamente toda actividad metabólica de cualquier organismo presente. El secado es, por lo tanto, un tratamiento estándar antes del almacenamiento, pero puede necesitar energía externa y el movimiento de aire para evaporar la humedad y eliminar el vapor de agua resultante. La energía puede proceder de combustibles fósiles o de la quema de madera (pero hay que **evitar que los granos de cacao entren en contacto con el humo**, ya que esto mermaría la calidad y daría lugar a problemas de seguridad alimentaria), o bien de la energía solar, como en el secado al sol. Los procesos de secado están bien documentados y los resultados pueden predecirse con fiabilidad.

Otros métodos: como el uso de atmósferas modificadas (AM), en las que se reduce la disponibilidad de oxígeno y se controla bien la temperatura (la actividad de los insectos aumenta con el incremento de la temperatura hasta 42°C). Estos métodos apenas se utilizaban en el cacao hasta que se tomaron medidas para retirar el importante fumigante **bromuro de metilo** (restringido por el Protocolo Internacional de Montreal debido a la preocupación por destrucción de la capa de ozono). Los tratamientos con AM, como el dióxido de carbono, se han investigado ampliamente y ahora se consideran tratamientos alternativos aceptables y viables.

● 8.4 Aplicación y calendario de fumigación con insecticidas en el almacenamiento

Los insecticidas, incluidos los tratamientos con fumigantes, son métodos químicos para controlar los insectos en los almacenes. Los métodos de aplicación más comunes han incluido:

Mezcla de polvos insecticidas con el producto antes de cargarlo en el saco. La mezcla se realizaba de diversas formas, como la mezcla con pala sobre una lona o, en el caso de las operaciones a gran escala, la mezcla en formulaciones de polvo en tambores giratorios o en cintas transportadoras. Sin embargo, estas técnicas pueden entrañar riesgos potenciales para la salud y **ya no se recomiendan** (salvo para los tratamientos de semillas, en los que pueden ser muy eficaces).

Aplicación de Insecticidas líquidos en aerosol o bien en polvo a las capas sucesivas de sacos, a medida que se construye la pila. Se consideraba que fumigar capas sucesivas de sacos con insecticidas tenía menos probabilidades de acumular residuos, pero no siempre es eficaz y **ya no se recomienda**.

Encerrar un producto fumigante con los sacos bajo una lámina a prueba de gas. Éste suele ser el método más eficaz de control de insectos y, si se utiliza correctamente, es seguro y el que menos problemas de residuos puede ocasionar. **La fosfina (fostoxina)** es un gas tóxico que se genera a partir de sobres que contienen fosfuros metálicos. Se libera lentamente entre los sacos, bajo una lámina a prueba de gas, que se sujeta con tubos de arena o pesos similares. En el caso de la fosfina, se suele dejar la pila cubierta entre 5 y 16 días, y luego se abre para permitir la salida del gas. El tiempo depende de la temperatura y de la mercancía, pero nunca es inferior a 96 horas (mientras que el bromuro de metilo era popular porque era eficaz en menos de 3 días). La Declaración de Buenas Prácticas de la Federación de Comercio de Cacao ofrece más detalles sobre los procedimientos.

Nebulización en espacios cerrados como contenedores. La aplicación de insecticidas (por ejemplo, piretroides sinergizados) mediante nebulizadores térmicos pretende matar insectos voladores, como las polillas de los almacenes, que podrían escapar o eclosionar en el interior de los contenedores.

Un procedimiento que a veces se olvida es el **tratamiento de los palets de madera en los que se almacenan los sacos de cacao**, sobre todo para el control de las termitas. Los insecticidas contra las termitas suelen ser, por necesidad, persistentes y tóxicos, e incluyen productos químicos como el clorpirifós y el fipronil, junto con otros organoclorados ya obsoletos. Ahora se cree que en algunos casos la presencia de residuos elevados en los productos se debe al tratamiento indiscriminado de los palets; habrá que tener más cuidado en el futuro.



a. Fumigación de sacos bajo láminas con sobres generadores de fostoxina (fosforo de aluminio)

b. Tratamiento del espacio con una formulación piretroide de volumen ultra-bajo, utilizando un nebulizador térmico, antes de cerrar el contenedor

8.5 Selección de plaguicidas

En la UE, los fumigantes, rodenticidas y otros productos para el control de plagas utilizados en los comercios también están cubiertos por el Reglamento sobre biocidas UE/528/2012, que entró en vigor el 1 de septiembre de 2013 (sustituye a la Directiva sobre biocidas: 98/8/CE). Esta legislación medioambiental* abarca un grupo muy diverso de productos; pretende "asegurar un elevado nivel de protección de la salud humana y animal y del medio ambiente", y armonizar el mercado europeo de biocidas y sus sustancias activas.

Se sabe que los siguientes plaguicidas se han utilizado recientemente en almacenes de cacao:

Fumigantes del grupo IRAC Mda 24:
Inhibidores del transporte de electrones del complejo mitocondrial IV (metabolismo energético de los insectos).

Precusores del gas fumigante fosfina (PH_3 punto de ebullición $-87,4^\circ\text{C}$, v.p. 3465 kPa @ 20°C): el fosforo de aluminio y el fosforo de magnesio liberan lentamente PH_3 al reaccionar con la humedad.

Fumigantes del grupo IRAC Mda 8:
8. Diversos inhibidores no específicos (multi-sitio), incluidos los compuestos halogenados.

Bromuro de metilo (p.e. $3,6^\circ\text{C}$, p.v. 190 kPa): ya no está autorizado en la UE y está en proceso de eliminación progresiva en Norteamérica y el sudeste asiático.
Fluoruro de sulfurilo (p.e. -55°C , v.p. 1700 kPa): una alternativa propuesta, ahora está permitida (Directiva 2009/84/CE).

Tratamiento de superficies:
Deben utilizarse con sumo cuidado para evitar altos niveles de residuos.

Nota: es posible que pronto se revoquen en la UE las autorizaciones de determinados productos (incluido el pirimifos-metil) para este tipo de tratamientos.

Piretroides (IRAC grupo 3): piretro natural, cipermetrina, deltametrina.

Tras la retirada del bromuro de metilo en la UE, y ante los problemas planteados por los residuos de insecticidas no fumigantes (por ejemplo, las mezclas y los tratamientos de saco descritos anteriormente), aumentó la preocupación por la creciente dependencia de la fosfina, con el consiguiente riesgo de aparición de resistencias. Un fumigante alternativo actualmente disponible, también perteneciente al grupo 8 de IRAC, es el fluoruro de sulfurilo⁷⁹ que ya está aprobado en la UE. Sin embargo, se recomienda encarecidamente mantener una diversidad de métodos y enfoques, incluido el uso de atmósferas modificadas cuando sea factible.

Los gestores de plagas también tienen en cuenta factores como el tiempo de penetración en los sacos de cacao y, por lo tanto, el tiempo necesario para la fumigación. Aunque la fosfina tiene una presión de vapor superior a la de los fumigantes del grupo 8, se libera lentamente de los sobres de fosfuro (que proporcionan un suministro mucho más seguro del gas tóxico e inflamable de PH_3), por lo que se considera mejor para la prevención que para la desinfestación. En un estudio de la desinfestación, Chaudry⁸⁰ recomendó que la fumigación con fosfina fuera llevada a cabo sólo por personal formado, con el fin de garantizar:

- Un nivel aceptable de estanqueidad al gas de la zona fumigada.
- Aplicación de las dosis óptimas en el momento idóneo, y mantenimiento de la exposición durante el tiempo mínimo necesario.
- Control periódico de las concentraciones de gas, para garantizar el mantenimiento de unos niveles efectivos.
- Evaluación posterior de la eficacia de cada fumigación.
- Integración con otros métodos (por ejemplo, tratamientos de superficie con insecticidas residuales autorizados, o provisión de una barrera física) para reducir el riesgo de reinfestación durante el almacenamiento posterior.

● 8.6 Inspección, muestreo, documentación y trazabilidad

La introducción de la vigilancia de residuos añadirá, evidentemente, un nuevo aspecto importante a la aplicación de las normas de calidad del cacao. Se puede encontrar un resumen de las complejidades de la cadena de suministro en <http://www.icco.org/about/shipping.aspx>. La mejora de los procedimientos de inspección y seguimiento es un tema que preocupa sobre todo a los comerciantes de cacao y a sus asociaciones (como la FCC y la CMAA). Aquí se hace referencia a las normas de muestreo y calidad definidas por la FCC (<http://www.cocoafederation.com/>).

Para que los granos fermentados se consideren de alta calidad, en primer lugar se evalúa el número de granos de cacao para un peso determinado, y la proporción de materias extrañas. A continuación, se realiza una “prueba de corte”, partiendo el grano longitudinalmente por la mitad, para evaluar la proporción de granos mohosos, pizarrosos (lo que indica una fermentación insuficiente), violetas (fermentación excesiva), dañados por insectos, germinados o planos. Además, existen normas para el contenido de humedad (normalmente inferior al 7,5-8%: determinado por el método analítico n° 43 de la Asociación Internacional de Confitería [ICA]), los ácidos grasos libres (AGL: método analítico n° 42 de la ICA) y los “sabores extraños” (método analítico n° 44 de la ICA). (méthode analytique N° 44 de l’ICA).

Un laboratorio analítico en Côte d’Ivoire: limpieza inicial de muestras de cacao (izquierda) y medición del contenido de humedad (derecha).

Fotos por cortesía de Marc Joncheere, Cargill.



* Véase: http://ec.europa.eu/environment/chemicals/biocides/index_en.htm (consultado en julio de 2015)

En la actualidad, por “**contaminación**” se entiende “el cacao que tiene un sabor u olor ahumado, a jamón u otro sabor u olor extraño, o que contiene una sustancia no natural del cacao”. En el pasado, por lo tanto, la atención se ha centrado en los contaminantes asociados al secado artificial del cacao, pero ahora se están considerando otras fuentes que podrían introducirse en cualquier fase de la cadena de suministro. Además de los residuos de plaguicidas, se pueden controlar otros contaminantes, como la presencia de:

- las micotoxinas, incluida la ocratoxina-A (OTA), producidas por hongos (y que suelen ser mucho más tóxicas que los plaguicidas, por lo que pueden deberse en parte a fallos en el manejo de plagas);
- hidrocarburos poliaromáticos (HAP) - que pueden resultar del contacto directo de los granos de cacao con el humo, por ejemplo durante el secado artificial con secadores mal diseñados o mal mantenidos;
- metales pesados (a menudo asociados con el cacao cultivado en suelos volcánicos o al uso de fertilizantes de mala calidad).

Las iniciativas puestas en marcha para mejorar la **trazabilidad** se describen en el capítulo 3: Certificación. La estructura y la longitud de la cadena de suministro del cacao difieren de una región a otra dentro de un mismo país productor, así como entre países productores. Los métodos de almacenamiento y envío también varían, lo que influye necesariamente en el punto y el nivel de muestreo. Por supuesto, no se examinan todos los plaguicidas posibles en cada envío. Se llevan a cabo distintos niveles de muestreo, según distintos criterios y consideraciones prácticas (véase la sección 5.7), pero siempre será necesario mejorar la trazabilidad de los envíos de cacao.

Por ejemplo, se ha comentado que la necesidad de controlar los insectos ha llevado a algunos comerciantes e intermediarios “reacios al riesgo” a aplicar plaguicidas innecesariamente antes de que llegue el cacao a los puntos intermedios de venta, aumentando así el riesgo de que se detecten residuos. De ello se deduce que será necesario revisar los procedimientos a lo largo de la cadena de suministro en los países productores de cacao, con el fin de evitar un historial de pruebas de residuos “positivas”.

9.1 General

El objetivo de este manual ha sido el de dar a conocer tanto los principios generales como las cuestiones específicas y prácticas relacionadas con el uso de plaguicidas en el cacao. Algunas cuestiones serán específicas de cada país, otras incluirán información sensible desde el punto de vista comercial, pero en general se está de acuerdo en que queda mucho por hacer para mejorar el conocimiento general de la ciencia de los plaguicidas y de las prácticas reales de manejo de plagas.

En particular, hay que insistir en la **necesidad de precisión** (por ejemplo, el uso de normas internacionales, centrarse en los IA y no en los nombres comerciales y, a nivel de explotación, asegurar la calibración, etc.). Hay mucho margen para la colaboración dentro de las regiones cacaoteras y para compartir conocimientos sobre prácticas de manejo de plagas. Las opciones pueden resultar a veces complejas, pero muchos problemas de plagas son comunes a países vecinos. A lo largo de este manual, hemos destacado la necesidad de mejorar:

- la elección de los productos fitosanitarios
- los métodos de aplicación y el calendario de tratamiento
- la comunicación de lo anterior

Evidentemente, el establecimiento de BPA no consiste sólo en garantizar el uso correcto de los plaguicidas y eliminar progresivamente los compuestos obsoletos y problemáticos. Suele haber razones para los métodos de cultivo existentes (sean buenos o no), y es muy importante saber por qué se practican y por quién están influenciados. No obstante, la elección de los plaguicidas es crucial y las listas de compuestos del Apéndice 3 se han revisado trimestralmente.

Notas sobre las listas de IA del Apéndice 3

1. No se utilizan nombres comerciales (suelen variar de un país a otro), pero varios productos contienen mezclas de IA.
2. Dado que los residuos pueden proceder de cualquier punto de la cadena de suministro, un IA sólo puede clasificarse en UNA de las categorías A, B, C o D (apartado 9.2).
3. Se siguen revisando los compuestos para su inclusión, y se debe tener especial cuidado con cualquier IA que permanezca en la lista "pendiente" (P). Los compuestos etiquetados como "M" están sujetos a la moratoria de 2013 en la UE debido al riesgo de toxicidad para las abejas.
4. Por razones históricas, una serie de compuestos están registrados como utilizados en el cacao y tienen valores de LMR que están por encima del valor por defecto; sin embargo, no figuran en la lista de sustancias de la CE: Anexo 1. Es importante tener en cuenta que la autorización de un plaguicida en el mercado de la UE y la legislación armonizada sobre residuos de plaguicidas (396/2005/CE, que incluye los LMR para el cacao importado) son esencialmente dos cuestiones jurídicas distintas.
5. En principio, se recomienda a los organismos de compra y a los cacaocultores que consideren cuidadosamente cualquier producto que contenga alguno de los IA enumerados en el Apéndice 3B; y no deben desarrollarse para nuevos mercados. Esta lista contiene aquellos compuestos:
 - o que tienen tolerancias de importación en algunos mercados pero no en otros
 - o para los que ninguna empresa ha considerado rentable la elaboración y presentación de un expediente adecuado para su inclusión en el anexo 1 en la UE.
 - o IA con problemas conocidos, pero para los que se han fijado LMR temporales en interés de la producción de cacao y de la competencia en el mercado, cuando se ha argumentado a favor del uso continuado de los compuestos en al menos 1 jurisdicción.

9.2 'Plaguicidas estratégicos para el cacao': criterios

Cabe insistir en la necesidad de una orientación específica para agricultores y almacenistas, y el método empleado para comunicar estos mensajes es importante. El uso de listas parece inevitable, por lo que aquí se identifica una lista positiva, **basada en pruebas**, de 'plaguicidas estratégicos para el cacao' (Apéndice 4A) que puedan recomendarse para **plagas y fases importantes específicas** de la cadena de suministro. Hay que tener cuidado con los plaguicidas usados contra las plagas en los almacenes y en el transporte del cacao, por las razones descritas en Selección de plaguicidas (sección 8.5).

Los criterios para la selección de plaguicidas, que figuran en el Apéndice 4, han evolucionado desde la primera edición de este manual: resultó demasiado simplista dividir los plaguicidas simplemente en 'aptos' y 'no aptos' para el cacao. A medida que las sustancias activas se han ido retirando con el tiempo, es imprescindible: (i) avisar con antelación sobre los IA que pueden plantear problemas normativos, y (ii) ayudar a identificar opciones alternativas eficaces para el manejo de las plagas. En ediciones anteriores, se incluyeron listas de agentes de control prometedores pero experimentales, que contaban con las correspondientes tolerancias de importación del *Codex*, de la UE, de Japón y/o de Estados Unidos, cuya autorización parecía probable. Algunos de estos compuestos figuran ahora en las listas A o B, mientras que los agentes experimentales siguen siendo objeto de estudio, como se expone en el capítulo 7.

Ahora, hemos dividido en tres categorías los IA cuyo empleo en el cacao está documentado, pero cabe destacar que se trata de categorías orientativas, que carecen de estatus legal; aun así, aunque cualquier propuesta de utilizar una sustancia de la lista C debe ser examinada cuidadosamente. Incluso dentro de un mismo país productor de cacao, varias organizaciones pueden publicar sus propias listas de plaguicidas permitidos, aunque sea otra la institución responsable (p.ej. CoboBod Ghana, Conseil Café Cacao, Côte d'Ivoire). Los compradores de cacao con toda probabilidad cuentan con listas distintas de las de los organismos certificadores (por ejemplo, Rainforest Alliance). Las tres categorías son:

A. Lista de plaguicidas estratégicos/registrados para su uso en el cacao, que:

- cuentan con las correspondientes tolerancias de importación de la UE/Japón/Estados Unidos/Codex; algunos LMR de la UE (mg.kg-1) pueden seguir siendo LMR temporales, y su estado debe comprobarse regularmente; los productos aquí enumerados se refieren a "Cacao (granos fermentados)" según el Reglamento (CE) n° 396/2005.
- muestran niveles aceptables en cuanto a toxicidad para los mamíferos e impacto medioambiental, y las formulaciones no pertenecen al grupo de mayor toxicidad de la Clase I de la OMS/EPA (aparte de los rodenticidas y fumigantes suministrados para el uso profesional).
- han demostrado su eficacia contra una especie importante de plaga del cacao: con registros en al menos dos países productores de cacao de la región y publicación de los resultados de los ensayos en literatura científica (preferiblemente en revistas con revisores externos).

B. Compuestos que deben utilizarse con gran PRECAUCIÓN (vida útil limitada, mercados restringidos, etc).

Estas sustancias activas:

- siguen registradas en al menos un país de la OCDE (UE, Estados Unidos, Canadá, Australia, Japón..)
- tienen LMR aceptados en algunos mercados, pero no en otros y/o ...
- es probable que se considere su sustitución en el futuro en la UE, pero ...
- han demostrado su eficacia en al menos un país productor regional de cacao
- Los IA no pertenecen a la clase I de toxicidad de la OMS/EPA (y deben ser formulaciones de clase II o mejor): aparte de los rodenticidas y fumigantes suministrados como productos profesionales.

C. Plaguicidas que NO DEBEN UTILIZARSE PARA EL CACAO

Sustancias cuyo empleo en el cacao está documentado (p. ej. por los proyectos ECA/CABI/CAOBISCO), pero que han sido rechazadas por los principales países importadores (en general por razones toxicológicas/ecotoxicológicas) y/o no tienen tolerancias de residuos en los principales mercados.

● 9.3 El principio de cautela

Tanto los países productores como los países consumidores de cacao deberían beneficiarse del ‘principio de cautela’ como enfoque de la seguridad pública y la sostenibilidad de los cultivos. Los lemas como ‘Pacto Verde’ y ‘de la granja a la mesa’ se utilizan para sensibilizar a la opinión pública sobre cuestiones importantes que van desde la seguridad de un solo niño rural hasta las amenazas del cambio climático. Sugerimos que los retos y las discrepancias se derivan esencialmente de medidas prácticas que deberían ser solubles, dadas: (i) la concienciación sobre los problemas técnicos reales (un propósito de este manual) y las alternativas disponibles; (ii) la buena gobernanza; y (iii) un mecanismo de retroalimentación eficaz en el que tanto productores como consumidores sean conscientes de las necesidades y expectativas del otro. Por ejemplo, un verdadero ‘pacto verde’ sólo se hará realidad si las medidas alternativas de manejo de plagas funcionan bien para los agricultores que tienen que aplicarlas. Los productos químicos siguen siendo una parte importante del manejo integrado de plagas, simplemente porque el cacao no está preparado para una estrategia de biocontrol al 100%, y el biocontrol sólo sigue siendo un componente más del manejo integrado de plagas. Además, englobar a todos los productos químicos como ‘probablemente peligrosos’ sólo puede describirse como un ejemplo de la política del avestruz. No hacer frente a las necesidades de los consumidores, preocupados por los residuos en sus alimentos, a las necesidades de los agricultores que podrían perder más del 50% de sus cosechas, y a los riesgos para los niños y los transeúntes en las comunidades rurales, no debería ser nunca una opción.

● 9.4 La necesidad de mejorar la aplicación de plaguicidas

El concepto de ‘plaguicidas estratégicos para el cacao’ sólo aborda el aspecto cualitativo de la selección de IA, pero los niveles de residuos exigen prestar más atención a los métodos y al momento de aplicación. Las técnicas de aplicación y la selección de plaguicidas recibieron mucha atención y fueron objeto de una amplia investigación en los años 70 y 80, pero luego han caído en el olvido. En la actualidad se reconoce a alto nivel que los problemas de abastecimiento de los productos agrícolas en general (no sólo del cacao) se deben en parte al descuido de la investigación sobre formación durante casi dos décadas⁸¹. El Capítulo 4 puede proporcionar ayuda para la preparación de materiales de formación e identificar áreas para la investigación práctica (especialmente adaptativa) cuando sea necesario. Se recomienda encarecidamente a las Autoridades Reguladoras Nacionales que ajusten la legislación para incluir la prohibición expresa de la importación y fabricación de fumigadoras que no cumplan los requisitos mínimos de la FAO para la calidad de los equipos de aplicación. Debe haber alguna forma de evaluar las fumigadoras para determinar si cumplen con los Requisitos Mínimos de la FAO*; la inclusión de las normas de la FAO para los equipos de aplicación, así como para los plaguicidas, ya ha sido adoptada en Camerún.

● 9.5 Mejor comunicación

Los plaguicidas se han quitado de la agenda no sólo de la investigación, sino también de muchas iniciativas de formación agrícola. El uso responsable y científico de los plaguicidas debe volver a incluirse en la agenda. Aunque la falta de énfasis sobre los plaguicidas en los programas financiados con fondos públicos es muy comprensible, la **pérdida de conocimientos respecto al uso de plaguicidas** en las explotaciones agrícolas y en los servicios de extensión ha sido alarmante. Los folletos como éste, y los programas de formación agrícola, sólo pueden servir de orientación; sólo serán realmente eficaces en un marco político de aplicación proactiva en los países productores de cacao.

● 9.6 Acción nacional y regional

Es evidente que hay que reforzar los procedimientos y recomendaciones a través de las autoridades de registro de los países productores. Existen directrices específicas sobre la distribución y el uso de plaguicidas, disponibles de forma gratuita en organizaciones como la FAO⁸². Los países productores de cacao necesitan **científicos especializados en plaguicidas con formación actualizada**, capaces de prever los problemas antes de que surjan. Como parte del proyecto coordinado por la ICCO ‘*Capacitación en materia de MSF en África*’, se identificaron las responsabilidades organizativas y las iniciativas para la calidad del cacao en una serie de países africanos, que se enumeran en el Apéndice 2. Una versión más completa de este cuadro puede consultarse en el sitio web de la ICCO.

* Requisitos mínimos de la FAO para los equipos de aplicación de plaguicidas agrícolas, Vol. 1 (2001)

9.7 Funciones y responsabilidades

Las organizaciones nacionales consideradas los principales responsables del registro de plaguicidas son:

Brasil	Ministério da Agricultura, Brasília
Camerún	Ministry of Agriculture and Rural Development (MINADER) (Department of Regulation and Quality Control of Inputs and Agricultural Products)
Côte d'Ivoire	Direction de la Protection des Végétaux, du Contrôle et de la Qualité, Ministère de l'Agriculture (DPVCQ/MINAGRI), Abidjan
República Dominicana	Principalmente producción ecológica
Ecuador	Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD)
Ghana	Environmental Protection Agency (Ministry of Food and Agriculture), Accra
Indonesia	Direktorat Jenderal Perlindungan Tanaman Pangan, Departemen Pertanian, Jakarta
Nigeria	National Agency for Food and Drug Administration and Control (NAFDAC) HQ: Abuja; cocoa issues: Lagos office
Perú	Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)

Cabe destacar de nuevo los comentarios realizados en la sección 5.6 relativos a la necesidad de evitar las existencias de plaguicidas obsoletos. Se recuerda a los responsables de los países productores de cacao que, para que el cacao pueda exportarse a la UE y a otros lugares, **debe eliminarse lo antes posible el uso de plaguicidas inadecuados.**







APÉNDICE I

Abreviaturas técnicas

La siguiente tabla enumera algunos términos técnicos y abreviaturas utilizados en la ciencia de los plaguicidas. Encontrará una lista más completa en “Comprender las siglas”, en la sección de descargas de DROPDATA.

ALARA	tan bajo como sea razonablemente posible
AOEC	concentración de Exposición Admisible para el Operario
AOEL	nivel de Exposición Admisible para el Operario
APPCC	análisis de peligros y puntos de control crítico (originalmente para la fabricación de armas, más tarde para el procesado de alimentos; ahora se ha ampliado a toda la cadena de suministro y a otros tipos de producción).
ARfD	dosis aguda de referencia
BPA	buenas prácticas agrícolas
BPAI	buenas prácticas de almacén
BPF	buenas prácticas de fabricación
BPL	buenas prácticas de laboratorio
c	centi-(x 10 ⁻²) – por ejemplo en centímetro (cm) Nota: <u>No</u> es una unidad SI
CDA	aplicación de gota controlada
CMR	sustancias cancerígenas, mutágenas o tóxicas para la reproducción
CXL	Límite máximo de residuos del Codex (LMR del Codex)
DT ₅₀	periodo necesario para una degradación del 50% (método de estimación)
ED	disruptor endocrino (~ión) ; utilizado anteriormente para la pulverización electro-hidrodinámica
EPA	Agencia de Protección Ambiental (de Estados Unidos y otros países)
EPI	equipo de protección individual
g	gramo
GLC	cromatografía líquida de gases
GMO	organismo modificado genéticamente (organismo transgénico)
ha	hectárea (10 ⁴ m ²)
HPLC	cromatografía líquida de alta resolución (a veces alta presión ~)
HV	gran volumen
IA	ingrediente(s) activo(s): Convención <i>CropLife/FAO</i> : también “sustancia activa”.
IDA	ingesta diaria admisible
IDEN	ingesta diaria estimada nacional
IRM	manejo de la resistencia a los insecticidas
JMPR	Reunión conjunta FAO/OMS sobre residuos de plaguicidas (Codex Alimentarius)
k	kilo (10 ³) así Kg - kilogramo
K _{oc}	coeficiente de adsorción de carbono orgánico
K _{OH}	constante de velocidad del radical hidroxilo
K _{om}	coeficiente de adsorción de materia orgánica
K _{ow}	coeficiente de partición octanol-agua
L	litro
LC ₅₀	concentración letal, mediana
LD ₅₀	dosis letal media; dosis letalis media
LOAEL	nivel mínimo de efecto adverso observable
LOD	límite de determinación - también se ha utilizado para “límite de detección” (véase LOQ)
LOEC	concentración mínima de efecto observable
LOEL	nivel de efecto observable más bajo
LOQ	Límite de cuantificación: La JMPR prefiere ahora el LOQ al LOD
LV	bajo volumen
m	metro, mili~ (10) ⁻³
M	molar (g. peso molecular), mega~ (10) ⁶
MC	contenido de humedad
MdA	modo de acción
mg	miligramo
MIP	manejo integrado de plagas
mL	mililitro

APÉNDICE I

Continuación

MLD	dosis letal mínima
MLT	tiempo letal medio
mm	milímetro
mM	milimolar
mol	mol (usu. G peso molecular)
MRL	nivel máximo de residuos
MSDS	ficha de datos de seguridad
nd	no detectado
NEL	nivel sin efecto
ng	nanogramo
NOAEC	concentración sin efecto adverso observado
NOAEL	nivel sin efectos adversos observados
NOED	dosis sin efecto observado
NOEL	nivel sin efecto observado
OP	plaguicida organofosforado
p	pico~ (10^{-12})
Pa	pascal (1 bar = 100 kPa)
PBT	persistentes Bioacumulativos Productos químicos tóxicos
pH	Valor pH ($\approx -\log_{10} \{[H^+]/[1 \text{ M/L}]\}$)
PHI	intervalo precosecha
PIC	consentimiento informado previo
po	por vía oral (per os)
POP	contaminantes orgánicos persistentes
Pow	coeficiente de partición entre n-octanol y agua
ppb	partes por billón (10^{-9})
ppm	partes por millón (10^{-6})
QPS	cuarentena previa al envío (fumigación)
QSAR	relación cuantitativa estructura-actividad
RfD	dosis de referencia
RH	humedad relativa
RPU	Uso responsable (o racional) de plaguicidas
SAS	Sistema de autoevaluación (EDES)
SI	Système International - Unidades de medida internacionales normalizadas
SNC	sistema nervioso central
SOP	procedimientos operativos normalizados
sp	especie (sólo después de un nombre genérico)
TLC	cromatografía en capa fina
TMDI	ingesta diaria máxima teórica
tMRL	límite máximo temporal de residuos
ULV	volumen ultrabajo
UV	ultravioleta
VAR	diámetro medio del volumen o $D[v,0,5]$, medido en μm .
VMD	presión de vapor (en mPa)
vp	muy persistente, muy bioacumulativo
vPvB	diámetro medio del volumen o $D[v,0,5]$, medido en μm .
<	inferior a
≤	inferior o igual a
>	superior a
≥	superior o igual a
°C	grado Celsius (centígrado)
μg	microgramo (10^{-6} g)
μm	micrómetro (micra)



APÉNDICE 2

Responsabilidades Organizativas en materia de Calidad del Cacao por País

Función	Camerún	Côte d'Ivoire
Overall responsibility for food safety Responsabilité globale de la sécurité alimentaire Responsabilidad general por la inocuidad de los alimentos	Ministerio de Industria, Minas y Desarrollo Tecnológico (MINMIDT), Departamento de Normalización y Calidad (DSQ).	Direction de la Protection des Végétaux, du Contrôle et de la Qualité (DPVCQ/MINAGRI§)
Authority responsible for registration and use of pesticides Autorité chargée de l'enregistrement et l'utilisation de pesticides Autoridad responsable del registro y uso de plaguicidas	MINADER§ coordina 10 otros ministerios bajo CNHPCAT	DPVCQ/MINAGRI
Authority responsible for establishing maximum residue levels (MRLs) Autorité responsable de l'établissement limites maximales de résidus Autoridad responsable de establecer los límites máximos de residuos (LMRs)	MINADER§ (ver arriba), Ministerio de Investigación Científica e Innovación; IRAD; Ministerio de Comercio (MINCOMMERCE)	DPVCQ/MINAGRI Direction de la Production Vivrière et la Sécurité Alimentaire (DPVSA) Codex Committee
Main national/federal laboratory responsible for food control Principal laboratoire national chargé du contrôle des aliments Principal laboratorio nacional/federal responsable del control de alimentos	Laboratoire National d'Analyse et des Diagnostiques (LNAD : du MINADER§)	Laboratoire Central d'AgroÉcotoxicologie du Laboratoire d'Appui au Développement Agricole (LCAE/LANADA)
Other important laboratories responsible for food control D'autres laboratoires importants responsables du contrôle alimentaire Otros laboratorios importantes encargados del control de los alimentos	Centre Pasteur du Cameroun (salud: arbitraje) HYDRAC (privado), LCA/ONCC (Laboratoire Central d'Analyse)	Laboratoire National de Santé Public (LNSP) LANEMA
Main laboratory responsible for development of analytical methods for residues Laboratoire principal responsable du développement de méthodes analytiques pour les résidus Laboratorio principal responsable del desarrollo de métodos analíticos para residuos	LNAD: de MINADER§ pronto contará con homologación ISO y podrá acreditar otros laboratorios. LCA/ONCC	LCAE/LANADA
Main organization responsible for applied research regarding pesticides for cocoa pests Principale organisation responsable de la recherche appliquée sur les pesticides pour les ravageurs du cacao Principal organismo responsable de la investigación aplicada en plaguicidas para plagas del cacao	IRAD y MINADER: Departamento de Regulación y Control de Calidad de Insumos y Productos Agrícolas	Centre National de Recherche Agronomique (CNRA)

APÉNDICE 2

Continuación

Ecuador	Ghana	Indonesia	Nigeria
Ministerio de Salud Pública (MSP), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP)	Food & Drugs Authority (FDA) (previously Food & Drugs Board)	Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM)/National Agency for Drug and Food Control (NADFC); Kementerian Pertanian/Ministry of Agriculture (MoA)	National Agency for Food and Drug Administration & Control (NAFDAC)
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosario (AGROCALIDAD)	Environmental Protection Agency (EPA)	Directorate General of Agricultural Infrastructure and Facilities under the Kementerian Pertanian/Ministry of Agriculture (MoA)	NAFDAC: Sede: Abuja; Práctica cacao: Lagos
AGROCALIDAD Codex Committee	Ghana Standards Authority (GSA – formerly GSB); Codex Committee	MoA; Kementerian Kesehatan/Ministry of Health (MoH); regulated by the National Standards Agency (BSN); National Codex Committee	Codex Committee: (adapts international standards); includes SON and NAFDAC
Laboratorios de Referencia, Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA); Laboratorios de Diagnóstico de los Alimentos y Control de Insumos Agropecuarios (AGOCALIDAD)	FDA y GSA	BPOM	NAFDAC (con SON)
LASA (privado), LABOLAB (privado), Multianalityca (privado)	Food Research Institute (FRI), CSIR, Accra (ISO 17025 homologado)	none	none
Laboratorios de Diagnóstico de los Alimentos y Control de Insumos Agropecuarios (AGOCALIDAD)	GSA	BSN (comprobación de idoneidad con laboratorios privados homologados)	NAFDAC
INIAP	Cocoa Research Institute of Ghana (CRIG)	Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia/Indonesian Coffee and Cocoa research Institute (ICCRI)	Cocoa Research Institute of Nigeria (CRIN)

APÉNDICE 2

Continuación

Función	Camerún	Côte d'Ivoire
Institution acting as Codex contact point	Comisión Códex de Camerún - bajo MINMIDT (Departamento de Normalización y Calidad)	Direction des Productions Alimentaires et de la Diversification (DPVSA/MINAGRI)
Institution qui agit comme point de contact du Codex		
Institución que actúa como punto de contacto del Codex		
Institution acting as SPS contact point (if different)	MINADER	DPVCQ/MINAGRI
Institution qui agit comme point de contact SPS (si différente)		
Institución que actúa como punto de contacto (SFS) (si es diferente)		
National association of pesticide manufacturers/distributors	CropLife Cameroun: Douala y Yaoundé	1. CropLife Côte d'Ivoire (également régional) 2. AMEPHCI (Association des Petites et moyennes entreprises de Côte d'Ivoire)
Association nationale des fabricants de pesticides et les distributeurs		
Asociación nacional de fabricantes/distribuidores de plaguicidas		
Responsibility for Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) analysis of the cocoa supply chain	Conseil Interprofessionnel du Cacao et du Café (CICC) et ONCC (MINADER proposed)	DPVCQ/MINAGRI
La responsabilité de l'analyse des risques et maîtrise des points critiques (HACCP) analyse de la chaîne d'approvisionnement du cacao		
Responsabilidad del análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) de la cadena de suministro del cacao		
Recent legal and regulatory documents concerning SPS	Ley sobre Protección Fitosanitaria. Normas sobre procedimientos de registro, gestión y fitocuentena; Lista de plaguicidas prohibidos para el cacao	- Décret n°99-272 (6/4/1999) fixant les modalités du conditionnement du cacao à l'exportation; - Décret n°89-02 sur l'homologation et l'utilisation des pesticides *
Récents des documents juridiques et réglementaires concernant SPS		
Documentos legales y reglamentarios recientes sobre SFS		

APÉNDICE 2

Continuación

Ecuador	Ghana	Indonesia	Nigeria
Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN)	GSA	Badan Nasional Standardisasi (BSN)/National Standardization Agency of Indonesia	Standards Organisation of Nigeria (SON): now has residue laboratory
AGROCALIDAD	Plant Protection and Regulatory Services Directorate (PPRSD) of MOFA§	Center for Plant Quarantine and Biosafety, Indonesia Agricultural Quarantine Agency, Central Office of Ministry of Agriculture	ditto
CropLife Latin America	CropLife Ghana	CropLife Indonesia	CropLife Nigeria
Laboratorios de Referencia, Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA)	CRIG, FRI y GSA	BPOM	NAFDAC
Decisión 804 - Modificación de la Decisión 436 (Norma Andina para el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola)	Act 528, Pesticides Control & Management Act (1996)	Ministry of Agriculture Regulation No. 55/2016 fija LMR para plaguicidas en alimentos frescos de origen vegetal	TBD

APÉNDICE 2

Continuación

Función	Camerún	Côte d'Ivoire
<p>Organisations primarily responsible for implementing Good Agricultural Practices (GAP) in cocoa</p> <p>Organisations principalement responsables de la mise en œuvre de bonnes pratiques agricoles (BPA) dans le cacao</p> <p>Organizaciones principalmente responsables de implementar Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en cacao</p>	<p>MINADER (cocoa SPS project): IRAD, NCCB; Cocoa Development Society (SODECAO); varias cooperativas de productores.</p> <p>Commission Nationale pour l'Homologation des Pesticides et la Certification des appareils de Traitements (CNHPCAT)</p>	<p>DPVCQ/MINAGRI et ANADER (Agence Nationale d'Appui au Développement Rural)</p> <p>ANADER;</p> <p>Conseil du Café et du Cacao</p>
<p>Organisation(s) responsible for implementation of good storage/ warehousing practices (GWP) for cocoa</p> <p>Organisation (s) responsable de la mise en œuvre de bonnes stockage / entreposage pratiques (GWP) pour le cacao</p> <p>Organización(es) responsable(s) de la implementación de buenas prácticas de almacenamiento/ depósito (GWP) para el cacao</p>	<p>Office National du Cacao et du Café (ONCC = Oficina Nacional de Cacao y Café) certifica los productos de los miembros de CICC;</p> <p>MINADER: responsable de los tratamientos</p>	<p>MINAGRI,</p> <p>Conseil du Café et du Cacao</p> <p>ANADER</p>
<p>Available list of pesticides registered for cocoa?</p> <p>Liste disponible sur les pesticides homologués pour le cacao</p> <p>¿Lista disponible de plaguicidas registrados para cacao?</p>	<p>Sí - 28 marzo 2021</p>	<p>Sí – agosto 2021</p>
<p>Main organisation responsible for providing information on quality standards to cocoa producers</p> <p>Principale organisation responsable de fournir des informations sur les normes de qualité pour les producteurs de cacao</p> <p>Principal organismo responsable de brindar información sobre estándares de calidad a los productores de cacao</p>	<p>ONCC / CICC</p>	<p>DPVCQ/MINAGRI,</p> <p>Conseil de Café et de Cacao</p>
<p>Organisations advising on mitigation of mycotoxins, PAH, FFA, heavy metals, etc.</p> <p>Les organisations de conseiller sur l'atténuation des mycotoxines, HAP, FFA, les métaux lourds, etc.</p> <p>Organizaciones que asesoran en la mitigación de micotoxinas, HAP, AGL, metales pesados, etc.</p>	<p>ONCC / CICC / MINADER: con la ayuda de recursos humanos (científicos e investigadores de IRAD)</p>	<p>MINAGRI, CGFCC, ANADER</p> <p>Fonds Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricoles (FIRCA: www.firca.ci)</p>

§ Ministère de l'Agriculture, Ministry of Agriculture; Ministry of Agriculture and Rural Development (Cameroon: Department of Regulation and Quality Control of Inputs and Agricultural Products); Ministry of Food & Agriculture (Ghana)

* También : (1) Arrêté interdisant l'utilisation de certaines matières actives en agriculture (2) Note circulaire suspendant l'utilisation de certaines matières actives en cacaoculture

APÉNDICE 2

Continuación

Ecuador	Ghana	Indonesia	Nigeria
INIAP	CRIG, CODAPEC CSSVD/CU of Cocobod; Quality Control Company Ltd. (QCCL: con 3 laboratorios)	ICCRI	CRIN: Escuelas de Campo para Cacaoautores (FFS): sobre todo via STCP; también servicios formales de extensión
INIAP	QCCL	ICCRI	Federal Produce Inspection Service (FPIS)
Sí – octubre 2021	Sí – diciembre 2021	Sí	(mayo de 2012)
AGROCALIDAD	QCCL	BSN	CRIN
AGROCALIDAD Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP)	CRIG/FRI, GSA and FDA under codex. (National surveys being undertaken to determine extent of problems) QCCL	BPOM BSN	Federal Ministry of Trade and Investment?



APÉNDICE 3

Lista indicativa de IA de productos registrados en algunos de los principales países productores de cacao

El siguiente cuadro, aunque incompleto, ofrece una lista indicativa de los ingredientes activos registrados para el cacao en los principales países productores. Los datos completos en línea de Sudamérica (registros “en cacaocultura”) proceden de Ecuador, el mayor productor; otras fuentes incluyen Brasil y Colombia.

	MoA§		C. d'Ivoire	Ghana	Indonesia	Sudamérica	Camerún
“Fungicidas”	B1	benomilo			*		
SA única	B1	carbendazim †				* († Brasil)	
	C3	azoxistrobina				*	
	C3	piraclostrobina				*	
	C5	fluazinam		*			
	E3	procimidona				* (Brasil)	
	G1	difenoconazol			*		
	G1	hexaconazol			*		
	G1	propiconazol			*		
	H5	dimetomorf			*		
	H5	mandipropamid	*		*		
	M1	hidróxido de cobre	*	*	*	*	*
	M1	óxido de cobre	*		*	*	*
	M1	oxiclورو de cobre	*	*			
	M1	sulfato de cobre	*		*	*	*
	M2	azufre			*		*
	M3	mancozeb	*		*		
	M3	metiram			*	*	
	M4	captan				* (Brasil)	
	M5	clorotalonil			*	*	
	P7	fosetil-aluminio				*	
	P7	ácido fosfórico			*		
	P7	fosfonato potásico	*				
	U27	cimoxanil			*		
§ FRAC – consultado: septiembre de 2021							

APÉNDICE 3

Continuación

	MoA§		C. d'Ivoire	Ghana	Indonesia	Sudamérica	Camerún
<i>"Fungicidas"</i>	A1	benalaxil-M	*			*	*
En mezclas:	A1	metalaxil (incluido -M)	*	*	*	*	*
	B1	carbendazim			*		
	B5	fluopicolida			*	*(Brasil)	
	C2	boscalid				*	
	C3	azoxistrobina			*	*	
	C3	fluoxastrobina	*			*	
	C3	crexoxim-metil				*(Brasil)	
	C3	pyraclostrobina					*
	C3	trifloxystrobina			*		
	C5	fluazinam		*			
	C8	ametoctradina	*				*
	F4	propamocarb	*			*(Brasil)	
	G1	diproconazol				*	
	G1	difenconazol			*	*	
	G1	flutriafol				*	
	G1	propiconazol			*	*	
	G1	miclobutanil				*	
	G1	tebuconazol			*	*	
	G1	triadimefon				*	
	H5	dimetomorf	*	*			*
	H5	flumorf	*				
	M1	compuestos de cobre, varios	*	*		*	*
	M3	mancozeb	*		*	*	
	M3	propineb			*		
	U27	cimoxanil	*		*	*	*

APÉNDICE 3

Continuación

	MoA§		C. d'Ivoire	Ghana	Indonesia	Sudamérica	Camerún
<i>Insecticidas</i>							
IA único	1A	BPMC, fenobucarbo			*		
	1A	carbaril			*	*	
	1A	carbofuran			*	*(Brasil)	
	1A	carbosulfan			*		
	1A	metomil			*	*(Brasil)	
	1A	MIPC, isoprocarbo			*		
	1A	propoxur			*		
	1A	tiodicarbo			*		
	1B	Acefato			*	*(Brasil)	
	1B	clorpirifos etil			*	*	
	1B	diazinón			*		
	1B	fenitrotión			*		
	1B	triazofos			*		
	2B	fipronil	*		*	*	*
	3A	alfa-cipermetrina		*	*		
	3A	beta-ciflutrina			*		
	3A	beta-cipermetrina			*		
	3A	Bifentrina	*	*	*	*	
	3A	cipermetrina			*		
	3A	deltametrina	*		*	*	
	3A	esfenvalerato			*		
	3A	etofenprox		*	*		
	3A	fenpropatrina			*		
	3A	fenvalerato			*		
	3A	lambda-cialotrina			*		
	3A	permetrina			*		
	3A	piretrinas, piretron	*	*			*
	4A	imidacloprid	*	*			*
	4A	tiametoxam	*	*			*
	4C	sulfoxaflor	*	*			
	6	abamectina	*		*	*	
	6	emamectina	*				
	9B	pietrozina	*				
	14	tiosultap-sodio, dimehipo			*		
	12C	propargita				*(Brasil)	
	28	clorantraniliprol (CTPR)			*		

APÉNDICE 3

Continuación

	MoA§		C. d'Ivoire	Ghana	Indonesia	Sudamérica	Camerún
Insecticidas							
En mezclas:	1B	clorpirifos etil	*		*		
	1B	profenfos	*				
	3A	beta-ciflutrina		*			
	3A	bifentrina	*	*		*(Brasil)	*
	3A	isómeros de cipermetrina	*	*	*		*
	3A	deltametrina	*	*			*
	3A	fentrotión		*			
	3A	fenvalerato		*			
	3A	lambda-cialotrina	*	*		*	*
	3A	pirethrina, piretron		*			
	4A	acetamiprida	*	*			*
	4A	dinotefuran	*				
	4A	imidacloprid	*	*		*	*
	4A	tiacloprid	*				*
	4A	tiametoxam	*	*	*		*
	4C	sulfoxaflor (isoclast)	*				
	4D	flupiradifurona	*				*
Insecticidas (cont.)	5	espinetoram	*				
	6	benzoato de emamectina benzoato	*	*			
	7	piriproxifen	*				
	15	novaluron	*			*(Brasil)	*
	15	teflubenzuron	*	*			*
	22	Indoxacarbo	*	*			
	23	espirotetramat	*				
	28	clorantraniliprole					*
Fumigantes	24A	fosfuro de aluminio	*	(norma BPAI)		*	
	24A	fosfuro de magnesioe				*	
	UN	azadiractina	*				
Biológicos y botánicos	11A	<i>B. thuringiensis + Serratia sp.</i>			*		
		<i>Beauveria bassiana</i>			*		
		capsaicina		*			
		Aceite esencial (cítrico)	*				
Total de productos			256	37	85		68
De los cuales mezclas			206	18	7	-	41
Notas, productos dominantes		NNI + piretroides (187 productos); Sólo imidacloprid: 28		NNI de IA único + piretroides (9 mezclas)	Cipermetrina (20 productos), 44 piretroides		NNI + piretroides (37 productos)

APÉNDICE 3

Continuación

	MoA§		C. d'Ivoire	Ghana	Indonesia	Sudamérica	Camerún
Rodenticidas							
anti-coagulantes:	1° G	warfarina, coumatetralil, clorofacinona, etc,	**		*		
	2° G	brodifacoum, bromadiolona, difenacoum, flocoumafen, etc.	*(idem – no sólo cacao)	Bajo BPAI	*	*	*
	inorgánicos:	Fosfuro de cinc, etc.			*		
Herbicidas							
	Ø	MSMA	*				
IA único	2	metsulfurón metil	*				
	2	triasulfurón			*		
	4	MCPA				*	
	4	triclopir éster de butoxietilo	*				
	5	diurón	*			*	
	9	glifosato-isopropilamonio	*	*	*	*	*
	9	glifosato potásico	*		*		
	10	glufosinato-amonio	*		*	*	
	14	oxifluorfin			*		
	22	diquat (dibromuro)				*	
	22	paraquat (dicloruro)			*	*	
En mezclas	4	2,4-D aminas	*		*		
	9	sales de glifosato	**		*		
	4	triclopir éster de butoxietilo			*		
	5	Terbutilazina	*				
	14	flumioxazina	*				
Total de productos			>180 **	1	36		ninguno reg.
De los cuales mezclas			-	-	6	-	-
Notas, productos dominantes		** ninguno registrado para el cacao, , pero empleo para "Toutes Cultures" y "Plantations" – dominado por glifosato			Productos derivados del glifosato: 20; paraquat: 6	Empleo frecuente de productos con paraquat	no en el cacao: "Cultures diverses"

* Producto de sanidad pública: no registrado para el cacao



APÉNDICE 4

Listas de plaguicidas

A Listas de sustancias activas estratégicas/registradas para su empleo en el cacao

Estos IA cumplen con los criterios descritos en la sección 9.2

actualizado: 29/10/2022

(i) podredumbre negra y enfermedades afines

Ingredientes activos	Grupo MdA	Estátus (EU)	LMR (UE)	LMR(JAPÓN)
benalaxil M (sólo isómero)	A1	Y *	0,05	(0,01)
metalaxil (sin resolver)	A1	Y μ *	0,1	0,2 ξ
metalaxil-M (mefenoxam)	A1	Y μ	0,1	0,2 ξ
Estrobilurinas permitidas::				
azoxistrobina	C3	Y	0,05	(0,01)
piraclostrobina	C3	Y	0,1	
ametoctradina (Ω)	C8	Y	0,05	
pirimetanil	D1	Y	0,05	
dimetomorph (DMM)	F5	Y	0,05	(0,01)
Mandipropamida	F5	Y	0,06	0,06

(ii) insectos

Ingredientes activos	Grupo MdA	Estátus (EU)	LMR (UE)	LMR(JAPÓN)
Como spray (contra Míridos, BMC)				
OP y piretroides permitidos:				
malatión	1B	Y	0,02	
pirimifos metil	1B	Y ** ϵ	0,05	0,05
cipermetrina – isómeros (no α) β	3	Y *	0,1	
deltametrina β	3	Y	0,05	0,05 δ
lambda-cialotrina β	3	Y *	0,05	0,01
Moduladores nAChR permitidos:				
acetamiprida			0,1	(0,01)
sulfoxaflor	4C	Y	0,05	0,05
benzoato de emamectina	6	Y	0,02	
espirotetramato	23	Y	0,1	
clorantraniliprole (CTPR)	28	Y	0,1	0,08 ζ

(iii) malas hierbas y tratamiento del tocón

Ingredientes activos	Grupo MdA	Estátus (EU)	LMR (UE)	LMR(JAPÓN)
triclopir δ	O	Y	0,1	0,03
Sales de glifosato	G	Y	0,1	0,2

APÉNDICE 4

Continuación

(iv) productos almacenados, etc.

Ingredientes activos	Grupo MdA	Estátus (EU)	LMR (UE)	LMR(JAPÓN)
fosfuro de aluminio ***	24	Y	0,05	(0,01)
fosfuro de magnesio ***	24	Y	0,05	(PH ₃ : fosfina)
fluoruro de sulfurilo	8	Y	0,02	(ión de fluoruro)
piretrinas (piretron) for fogging	3	Y	0,5	(0,01)
piretroides (tratamiento de sacos, etc.)	3	si S arriba y registrado con este fin		
Rodenticidas registrados ***	(anti-coagulantes – ver lista B y texto)			

● B Compuestos que se han de emplear con CAUTELA (vida útil limitada, mercados restringidos, etc.)

Estos IA:

- tiene LMR permitidos en algunos mercados, pero no en otros y/o ...
- pueden estar registrados en al menos un país productor de cacao
- pueden tener **carácter temporal** (tMRL^s) o una fuerte posibilidad de eliminación progresiva en los próximos años, pero ...
- han demostrado su eficacia en al menos un país productor regional de cacao
- no pertenecen a la clase I de toxicidad de la OMS/EPAn'appartiennent pas à la classe de toxicité I de l'OMS/EPA

(i) enfermedades

Ingredientes activos	Grupo MdA	Estátus (EU)	LMR (UE)	LMR(JAPÓN)
clorotalonil δ	M5	N	0,05	0,05

(ii) insectos

Ingredientes activos	Grupo MdA	Estátus (EU)	LMR (UE)	LMR(JAPÓN)
fenobucarbo (BPMC)	1A	N * \emptyset	(0,01)	0,02
MIPC, isoprocarbo	1A	N * \emptyset	(0,01)	0,02
diazinón	1B	N	0,02	
dimetoato	1B	N	0,05	0,01
fenitrotión	1B	N *	0,05	
clorpirifos (etil) β	1B	N	0,01	0,01
bifentrina	3	N	0,1	0,1 [§]
beta-ciflutrina β, T	3	N	0,1	0,1
clotianidina χ			0,02	0,02 [§]
imidacloprid	4A	N	0,05	0,05 [§]
tiametoxam	4A	N	0,02	0,02 [§]
tiacloprid			0,05	
novalurón π			(0,01)	(0,01)
pimetrozina	9B	N	0,1	
teflubenzurón π			0,05	0,02
Útil sobre todo para el control de termitas				
fipronil γ, β	2	N	0.005 γ	0,01

APÉNDICE 4

Continuación

(iii) malas hierbas

Ingredientes activos	Grupo MdA	Estátus (EU)	LMR (UE)	LMR(JAPÓN)
2,4-D sal de dimetilamina	O	Y *	0,1	0,01
picloram	O	Y	0,01 (T)	(0,01)
paraquat, diquat	δ	D	0,05 (T)	0,05

(iv) productos almacenados, etc.

Fumigantes ***	Groupe MdA	Statut UE	LMR UE	LMR JP
bromuro de metilo μ	8A	N	0,01	ε US:
(como ion bromuro inorgánico)			70,0	50,0
Rodenticidas ***	(anti-coagulantes – ver texto)			
brodifacoum,	3	N	(0,01)	(0,01)
bromadiolona, difenacoum	8A	N	(0,01)	(0,01)
warfarina (coumafeno)	24	N	(0,01)	(0,01)

Clave

- * Se han detectado elevados niveles de residuos en productos importados a la UE y/o Japón (**: >10 casos desde 2008).
- *** Alta toxicidad para los mamíferos: sólo debe ser empleado por personal cualificado.
- § Ahora se analizará en Japón tras la eliminación de la cáscara (testa); se supone que los LMR de Japón entre paréntesis son por defecto.
- M Moratoria actual sobre su uso en la UE debido a la sospecha de toxicidad para las abejas.
- α No se dan LMR en Japón y el cobre está exento en Estados Unidos.
- μ El metalaxil incluye mezclas de todos los isómeros constituyentes, incluido el metalaxil-M (suma de isómeros).
- β Registrado (ampliamente utilizado) para el control del barrenillo de la mazorca del cacao en Indonesia.
- ξ Neonicotinoide ciano-sustituido.
- δ Incluye deltametrina y tralometrina (como total).
- π Normalmente se vende como mezcla (coformulado con un piretroide).
- σ Principalmente para tratamientos de tocones en la erradicación de la CSSVD.
- β El clorpirifos está prohibido en Europa y es lo suficientemente persistente como para presentar un riesgo significativo de residuos. Registrado para el control del barrenillo de la mazorca del cacao en Côte d'Ivoire e Indonesia.
- T Toxicidad de la IA de clase 1b, pero aún registrada en algunas jurisdicciones.
- Y Fipronil (suma de fipronil + metabolitos). Se conocen cinco productos de degradación, según el modo de descomposición: fipronil-sulfona, fipronil-sulfuro, fipronil-desulfino, fipronil-amida y fipronil-detrifluorometil-sulfino. El fipronil no está autorizado para su uso en pulverización en la UE ni en Estados Unidos y, por lo general, sólo se ha permitido para aplicaciones específicas como cebos, tratamientos en el surco y de semillas; sin embargo, se ha registrado para la pulverización del BMC (arriba) y los míridos en 2 países africanos.
- ε Syngenta ya no defiende el uso de pirimifos metil en el cacao; tolerancia cero (es decir, LD) para esta IA en Australia.
- δ LMR estadounidense de 0,05
- χ Parece que la clotianidina se ha utilizado poco en el cacao hasta la fecha, pero para el análisis de residuos véase: Naeun et al (2003)⁸³
- μ Restringido bajo el Protocolo de Montreal; será eliminado progresivamente por la EPA (principalmente en 2017)
- π Normalmente se vende como mezcla (coformulado con un piretroide)
- ø Los plaguicidas P se utilizan fuera de la UE pero no se han notificado datos toxicológicos ni LMR para su inclusión en el anexo III de la Directiva 396/2005/CE (ni por los Estados miembros, en forma de tolerancias de importación, ni por terceros países). Tales compuestos pueden tener una finalidad clara fuera de Europa (por ejemplo, el fenobucarbo: que se utiliza ampliamente para el control de plagas de hemipteros del arroz en Asia, y también se ha aplicado al cacao en algunos países).

APÉNDICE 4

Continuación

C Plaguicidas que NO DEBEN EMPLEARSE en el cacao

Ingredientes activos	Grupo MdA	UE, estatus LMR ¹ y notas
<i>Insecticidas</i>		
acefato	1B	N
amitraz	19	N \hat{J}
aldrin	2	N Φ Clase 1
azinfos-metil	1B	N Clase 1
butocarboxina	1A	N
cabaril	1A	N
carbofurano	1A	N Clase 1 as spray formulation
carbosulfán	1A	N
cartap	4C	N
clordano	2	N Φ
clorpirifos (metil)	1B	N
cialotrina (sin resolver)	3	N α
cihexatina (acaricida)	12B	N \hat{J}
DDT	3	N Φ (puede usarse contra la malaria: IRS)
diclorvos (DDVP)	1B	N Clase 1
Dieldrina	2	N Φ Clase 1
Dioxacarb	1A	N
endosulfán	2	N Φ (MRL 0.1 mg/kg) ** Clase 1
endrina	2	N Φ Clase 1
fentió	1B	N
Fenvalerato	3	N **
hexaclorociclohexano (HCH): todos los isómeros	2	N * Φ
incluido lindano (=gamma BHC)		
isoprocarb (MIPC)	1A	N Φ
metidatió	1B	N
metil-paratió (= paratió-metil)	1B	N * Clase 1
metomil	1A	γ β Clase 1
metamidofós	1B	N
metidatió	1B	N
Monocrotofós	1B	N Clase 1

APÉNDICE 4

Continuación

Apéndice 4c (continuación)

Nicotina	4B	N Clase 1
Permetrina	3	N
profenfós	1B	N *
promecarb	1A	N Clase 1
propoxur	1A	N
Terbufós	1B	N Clase 1
tiodicarb	1A	N
Triazofós	1B	N
Tralometrina	3	N
triclorfón	1B	N
Herbicidas		
Ametrina	C1	N
Atrazina	C1	N*
clorprofam	K2	Y*
fomesafen	E	N
MSMA (ácido metilarsénico)	Z	N
2,4,5-T	O	N †
Fungicidas		
benomil	B1	N ‡
captafol	M4	N †
hexaconazol	G1	N
pirifenox	G1	N
triadimefón	G1	N
tridemorf	G2	N
zineb	M3	N
Productos almacenados		
aletrina (esbiotrina)	3	N
bioresmetrina	3	N
dicloro de etileno, dibromuro de etileno		N
fenitrotión	1B	N *
isoprocarb (MIPC)	1A	N ∅
permetrina	3	N **
resmetrina	3	N
tetrametrina	3	N

Rodenticidas

compuestos de arsénico p.ej. arsenito sódico	inorgánico	N
cianuros: de calcio, hidrógeno, sodio	inorgánico	N
fluoracetato sódico (1080)	inorgánico	N \emptyset

¹ Compuestos no incluidos en 91/414/EEC Anexo 1 y que no se consideran esenciales para la producción de cacao. No obstante, es importante señalar que varios de estos compuestos tienen LMR superiores al nivel por defecto.

* Se han detectado elevados niveles de residuos en productos importados a la UE y/o Japón (**: >10 casos desde 2008).

Se recomienda encarecidamente a los cacaocultores que dejen de utilizar cualquier producto que contenga IA de esta lista. Es posible que se hayan utilizado anteriormente para las plagas del cacao, pero ahora deberían existir sustitutos recomendados: si no es así, notifíquelo al autor.

Entre ellos figuran:

- Φ Todos los plaguicidas enumerados en el Convenio de Estocolmo (contaminantes orgánicos persistentes o COP). Además de los IA enumerados anteriormente, se incluyen compuestos como: clordecona (kepone), heptacloro, mirex, toxafeno, etc. (nunca registrados en el cacao).
- Compuestos obsoletos y prohibidos (por ejemplo, promecarb).
- α Nota: la cialotrina sin resolver no figura en el anexo 1, pero el isómero lambda-cialotrina (utilizado para el control de los mիրidos) está autorizado y registrado en los países productores de cacao. La gamma-cialotrina se encuentra pendiente de autorización.
- \hat{J} Compuestos incluidos específicamente en la lista LOD para el cacao en Japón.
- \emptyset Los plaguicidas P se utilizan fuera de la UE pero no se han notificado datos toxicológicos ni LMR para su inclusión en el anexo III de la Directiva 396/2005/CE (ni por los Estados miembros, en forma de tolerancias de importación, ni por terceros países). Tales compuestos pueden tener una finalidad clara fuera de Europa (por ejemplo, el fenobucarbo: que se utiliza ampliamente para el control de plagas de hemípteros del arroz en Asia, y también se ha aplicado al cacao en algunos países).
- β También producto de degradación del tiodicarb: que no está autorizado en la UE.
- δ Se degrada al compuesto permitido carbendazim.



APÉNDICE 5

Sitios web de organizaciones que ofrecen más información

CAOBISCO: Asociación Europea de Industrias del Chocolate, Galletas y Confitería	https://caobisco.eu/
CABI	http://www.cabi.org
Portal CABI de Bioprotección	https://www.cabi.org/publishing-products/bioprotection-portal/

Entidades certificadoras implicadas en la trazabilidad y las BPA en el cacao

The Fairtrade Foundation	http://www.fairtrade.net
The Rainforest Alliance	https://www.rainforest-alliance.org/
Codex Alimentarius	https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/
Normas oficiales	https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/
LMR para plaguicidas	https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/en/
Cocoa Merchants Association of America (CMAA)	http://www.cocoamerchants.com/
COLEACP (proyecto de BPA para la horticultura)	http://www.coleacp.org/
CropLife International	http://www.croplife.org/
Asociación Europea del CACAO (AEC)	www.eurococoa.com

Comisión Europea (Dirección General de Desarrollo y Dirección General de Sanidad y Consumo [DG SANCO])

Legislación de la UE sobre LMR	https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/maximum-residue-levels/eu-legislation-mrls_en
Normativa europea sobre productos fitosanitarios (PPP)	https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/legislation-plant-protection-products-ppps_en
Procedimiento de control de calidad	https://www.eurl-pesticides.eu/library/docs/allcrl/AqcGuidance_Sanco_2000_3103.pdf
Iniciativa Europea para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura (EISA)	https://leaf-eisa.frb.io/
Organización Europea y Mediterránea para la Protección de las Plantas (OEPP)	https://www.eppo.int/
Red de Toxicología de Extensión, Perfiles de Información sobre Plaguicidas	http://extoxnet.orst.edu/pips/ghindex.html
Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	http://www.fao.org/
Comprender el Codex	http://www.fao.org/docrep/w9114e/W9114e04.htm
Foro Global sobre Investigación Agrícola (GFAR): (mejorar las capacidades nacionales para adaptar y transferir conocimientos: alojado por la FAO)	https://www.gfar.net/
JMPR: monografías técnicas	http://www.inchem.org/pages/jmpr.html
Federation of Cocoa Commerce (FCC)	http://www.cocoafederation.com/
Departamento de Salud y Seguridad (Reino Unido antes PSD)	https://www.hse.gov.uk/pesticides/
Organización Internacional del Cacao (ICCO)	http://www.icco.org/
Base de Datos de Propiedades de Plaguicidas de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, Hatfield, Universidad de Hertfordshire	http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/
Centro internacional de investigación de aplicaciones de plaguicidas (IPARC)	http://www.dropdata.org

APÉNDICE 5

Continuación

Directrices sobre plagas cacaoteras y MIP	http://www.dropdata.org/cocoa/cocoa_prob.htm
Japón: Lista de LMR (actualizada en 2018)	http://www.m5.ws001.squarestart.ne.jp/foundation/note_en.htm
Fondo Conjunto de Investigación Cacaotera (AEC / CAOBISCO)	https://jointcocoaresearchfund.eu/
Producción ecológica IFOAM	http://www.ifoam.org/
Mars Inc. (equipo de sostenibilidad)	http://www.cocoasustainability.mars.com
Red Internacional de Acción en Plaguicidas	http://pan-international.org/
Ejemplos: análisis de residuos de plaguicidas (contrato) disponible de CEMAS, REINO UNIDO:	https://www.cemas.co.uk/services/agrochemical/agrochemical-residues/
Laboratorio de Análisis de Plaguicidas de Massachusetts (MPAL)	http://www.vasci.umass.edu/outreach/umass_pesticide_laboratory

Comités de Acción contra la Resistencia: útiles para la clasificación del Mda y para información sobre la resistencia

Fungicidas	http://www.frac.info
Insecticidas	https://irac-online.org/
Herbicidas	https://www.hracglobal.com/
Rodenticidas	http://www.rrac.info/
ESTADOS UNIDOS: Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) directrices (2005) sobre residuos de plaguicidas	https://www.fda.gov/food/chemicals-metals-pesticides-food/pesticides
Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA): Ley de Protección de la Calidad Alimentaria (FQPA)	https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-food-quality-protection-act
Organización Mundial de la Salud (OMS)	http://www.who.int
Directrices para predecir la ingesta alimentaria de residuos de plaguicidas	https://www.who.int/foodsafety/publications/chem/en/pesticide_en.pdf



- ¹ Cornejo, et al. (2018) Population genomic analyses of the chocolate tree, *Theobroma cacao L.*, provide insights into its domestication process. *Nature Communications Biology* vol. 1: 167 <https://www.nature.com/articles/s42003-018-0168-6>
- ² CAOISCO/ECA/FCC Cocoa Beans: Chocolate and Cocoa Industry Quality Requirements. September 2015 (End, M.J. and Dand, R., Editors) https://www.cocoaquality.eu/data/Cocoa%20Beans%20Industry%20Quality%20Requirements%20Apr%202016_En.pdf
- ³ ICCO Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics. Volume XLVII No.2, Cocoa Year 2020/21
- ⁴ Evans HC, Prior C (1987) Cocoa pod diseases: causal agents and control. *Outlook on Agriculture* 16: 35-41
- ⁵ Bailey BA, Ali SS, Akrofi AY, Meinhardt LW (2016). 'Phytophthora megakarya, a causal agent of black pod rot in Africa'. In Bailey BA & Meinhardt LW (Eds.) *Cocoa diseases: A history of old enemies and new encounters*. Springer, USA. pp.267-306.
- ⁶ Samuels GJ, Ismaiel A, Rosmana A, Junaid M, Guest D, McMahan P, Keane P, Purwantara A, Lambert S, Rodriguez-Carres M, Cubeta MA (2012) Vascular Streak Dieback of cacao in Southeast Asia and Melanesia: in planta detection of the pathogen and a new taxonomy. *Fungal Biology*, 116(1):11-23.
- ⁷ Hamilton D, Crossly S (Eds. 2004) *Pesticide residues in Food and drinking water: Human exposure and risks*. Wiley & Sons Ltd, Chichester, England, 363 pp.
- ⁸ IPCC (2021) IPCC Sixth Assessment Report. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- ⁹ Schroth et al 2016
- ¹⁰ Urquhart G, Chomentowski W, Skole D, Barber C (NASA, 2001) http://earthobservatory.nasa.gov/Features/Deforestation/tropical_deforestation_2001.pdf (accessed 18/7/2014).
- ¹¹ NORC (2020) Assessing Progress in Reducing Child Labour in Cocoa Production in Cocoa Growing Areas of Côte d'Ivoire and Ghana. https://www.norc.org/PDFs/Cocoa%20Report/NORC%202020%20Cocoa%20Report_English.pdf
- ¹² NORC (2020) Assessment of Effectiveness of Cocoa Industry Interventions in Reducing Child Labor in Cocoa Growing Areas of Cote d'Ivoire and Ghana. Final Report: October 2020. https://www.worldcocoafoundation.org/wp-content/uploads/2020/10/WCF-Report_NORC_Final-10_17.pdf
- ¹³ Choudhary V, Bateman R, d'Alessandro S, Mann E (2011) Supply chain risk assessment: cocoa in Ghana. World Bank, Washington, USA. 53 pp. Link (accessed on 3/11/2014): <http://siteresources.worldbank.org/INTCOM-RISMAN/Resources/RapidAgriculturalSupplyChainRiskAssessmentConceptualFramework.pdf>
- ¹⁴ Meter A., Atkinson R.J. and Laliberte B. (2019). Cadmium in Cacao from Latin America and the Caribbean – A Review of Research and Potential Mitigation Solutions. Bioversity International, Rome, October 2019.
- ¹⁵ Anon. (5/7/2008) A balance of risk. *The Economist* 387 pp. 100-101.
- ¹⁶ http://www.pesticides.gov.uk/guidance/industries/pesticides/News/Collected-Updates/Information-Updates-2014/January/Regulation+_EC_No_1107_2009-progress_on_endocrine_disrupters_and_candidates_for+substitution_with_additional_data_in_"Agronomic_and_economic_impact_assessment_for_possible_human_health_and_ecotoxicology_criteria_for_endocrine_disrupting_substances."_The_Food_and_Environment_Research_Agency,_Sand_Hutton,_York_UK._June_2013
- ¹⁷ Health & Safety Executive (2021) Regulating pesticides in the UK after Brexit <https://www.hse.gov.uk/pesticides/brexit.htm> (accessed 2/7/2021)
- ¹⁸ Trewavas A (2001) Urban myths of organic farming. *Nature* 410: 409–410.
- ¹⁹ Beddington J (2010) Food security: contributions from science to a new and greener revolution *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London B 365 no. 1537: 61-71
- ²⁰ Lima JS (1994) Copper balances in cocoa agrarian ecosystems: effects of differential use of cupric fungicides. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 48: 19-25.
- ²¹ Norgrove L (2007) Effects of different copper fungicide application rates upon earthworm activity and impacts on cocoa yield over four years. *European Journal of Soil Biology* 43: S303-S310
- ²² CropLife International (2017) Monograph 2: Catalogue of Pesticide Formulation Types (7th Edition) <https://croplife.org/wp-content/uploads/2017/04/Technical-Monograph-2-7th-Edition-Revised-March-2017.pdf> (accessed on 2/2/2022).

- 23** EC REACH (2006) http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2006/l_396/l_39620061230en00010849.pdf (accessed 2/11/2013).
- 24** Turner JA (2021) The Pesticide Manual 19th Ed. BCPC, Alton, UK; online: <https://www.bcpc.org/product/bcpc-online-pesticide-manual-latest-version>
- 25** Mackenzie Ross S, McManus IC, Harrison V, Mason O (2013) Neurobehavioral problems following low-level exposure to organophosphate pesticides: a systematic and meta-analytic review. *Critical Reviews in Toxicology* 43[1]: 21-44
- 26** Tingle CC, Rother JA, Dewhurst CF, Lauer S, King WJ. (2003) Fipronil: environmental fate, ecotoxicology, and human health concerns. *Rev Environ Contam Toxicol.*176:1-66.
- 27** Santoso D, Chaidamsari T, Wiryadiputra S, de Maagd RA (2004) Activity of *Bacillus thuringiensis* toxins against cocoa pod borer larvae. *Pest Management Science* 60 [8]: 735–738.
- 28** Kanissery R, Gairhe B, Kadyampakeni D, Batuman O, Alferez F (2019) Glyphosate: Its Environmental Persistence and Impact on Crop Health and Nutrition. *Plants (Basel)*. 8(11): 499. Published online doi: 10.3390/plants8110499.
- 29** Wood, G.A.R & Lass, R.A. (1987) *Cocoa* (4th edition), Longman, Scientific and Technical, Harlow, UK. 620 pp.
- 30** Blackie HM, JWB MacKay, WJ Allen, DHV Smith, B Barrett, BI Whyte, EC Murphy, J Ross, L Shapiro, S Ogilvie, S Sam, D MacMorran, S Inder, CT Eason (2014) Innovative developments for long-term mammalian pest control. *Pest Management Science* 70(3) 345–516
- 31** Lee CH (1997) Barn owl for field rat control in cocoa. *J. Tropical Agriculture and Food Science* 25[1]: 43–54.
- 32** Newton I, Wyllie I (2002) *Rodenticides in British Barn Owls (Tyto alba)*. Pp. 287-293 in I. Newton, R. Kavenagh, J. Olsen, and I. Taylor (eds.), *Ecology and conservation of owls*. CSIRO Publishing, Collingwood, Victoria, Australia.
- 33** Jäkel T, Khoprasert Y, Endepols S, Archer-Baumann C, Suasa-ard K, Promkerd P, Kliemt D, Boonsong P, Hongnark S. (1999) Biological control of rodents using *Sarcocystis singaporensis*. *International J. Parasitol.* 29(8):1321-30.
- 34** Dunn, JA (1963). Insecticide resistance in the cocoa caspid, *Distantiella theobroma* (Dist.), *Nature, (Lond)*, 199: 1207.
- 35** Entwistle, PF, Johnson, CG, Dunn, E. (1959) *Nature (Lond)* 184: 2040
- 36** Copping, L.G (2004) *The Manual of Biocontrol Agents 3rd Edition* British Crop Protection Council.
- 37** Eilenberg, J, Hajek, A, Lomer, C. (2001) Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*, 46 387-400.
- 38** Medeiros FHV, Pomella AWV, de Souza JT, Niella GR, Valle R, Bateman RP, Fravel D, Vinyard B, Hebban PK (2010) A novel, integrated method for management of witches' broom disease in Cacao in Bahia, Brazil. *Crop Protection*, 29(7): 704–711.
- 39** Matthews GA. (2006) *Pesticides: Health, Safety and the Environment*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, 235 pp.
- 40** European Commission: Joint Research Centre (2016) Guidance document on the estimation of LOD and LOQ for measurements in the field of contaminants in feed and food. *Luxembourg: Publications Office*. doi:10.2787/8931. ISBN 9789279617683.
- 41** Bateman R (2003) Rational pesticide use: Spatially and temporally targeted application of specific products. In *Optimising Pesticide Use*. Ed. Wilson, M F (2003) Pub. Wiley.
- 42** Described in: Graham Bryce, I (1977) *Philosophical Transactions of the Royal Society, London B*, 281: 163-179.
- 43** Matthews GA, Bateman RP, Miller PCH (2014) *Pesticide Application Methods* (Fourth Edition). Wiley, UK.
- 44** Winteringham' work quoted in: Graham-Bryce IJ (1977). Crop protection: a consideration of the effectiveness and disadvantages of current methods and of the scope for improvement. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London B*, 281: 163-179.
- 45** FAO (2001) *Guidelines on minimum requirements for agricultural pesticide application equipment*. Vol. 1: portable (operator-carried) sprayers. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome <http://www.fao.org/docrep/006/y2765e/y2765e00.HTM> (accessed 11/11/2013)
- 46** FAO (2001) *Guidelines on minimum requirements for agricultural pesticide application equipment*. *Ibid*.
- 47** Bateman RP, Dobson H, Matthews GA, Thornhill EW (2010) From the BCPC classification to smallholder farmers: spreading the message that 'nozzles matter'. *Aspects of Applied Biology*, 99: 185-190.

- 48** Bateman RP (2004) The use of narrow-angle cone nozzles to spray cocoa pods and other slender biological targets. *Crop Protection*. 23: 989 – 999.
- 49** Bateman RP, Jessop NH (2008). Motorised mistblowers: their performance and rationale in developing countries. *Aspects of Applied Biology*, 84: 217-222
- 50** Jessop NH, Awudzi G, Bateman RP (2010). How best to spray cocoa with motorised mistblowers? *Aspects of Applied Biology*, 99: 191-196.
- 51** Collins A: *the Guardian*, 27 Dec 2021 *Some Covid masks are better than others. I know – I'm the Mask Nerd* [<https://www.theguardian.com/commentisfree/2021/dec/27/best-masks-covid-tests-cloth-surgical-respirators>]
- 52** Abankwah V, Aidoo R, Osei RK (2010) Socio-Economic Impact of Government Spraying Programme on Cocoa Farmers in Ghana. https://www.researchgate.net/publication/296494584_Socioeconomic_impact_of_government_spraying_programme_on_cocoa_farmers_in_Ghana
136
- 53** Adu-Acheampong R, Jiggins J, van Huis A, Cudjoe AR, Johnson V, Sakyi-Dawson O, Ofori-Frimpong K, Osei-Fosu P, Tei-Quartey E, Jonfia-Essien W, Owusu-Manu M, Addo MSNK, Afari-Mintah C, Amuzu M, Eku-X NN, Quarshie ETN (2014) The cocoa mirid (Hemiptera: Miridae) problem: evidence to support new recommendations on the timing of insecticide application on cocoa in Ghana. *International Journal of Tropical Insect Science*, 34 (1): [<https://www.cambridge.org/core/journals/international-journal-of-tropical-insect-science/article/abs/cocoa-mirid-hemiptera-miridae-problem-evidence-to-support-new-recommendations-on-the-timing-of-insecticide-application-on-cocoa-in-ghana/>]
- 54** CropLife International Case Study: Spray Service Providers Active in Cocoa in Nigeria https://croplife.org/wp-content/uploads/pdf_files/Spray-Service-Providers-Active-in-Cocoa-in-Nigeria.pdf (accessed 15 April 2022)
- 55** Amon-Armah F, Baah F, Owusu-Ansah F, Adu-Acheampong R, Awudzi GK (2020): Farmers' knowledge of major insect pests and their occurrence in cocoa plantations in Ghana, *International Journal of Pest Management*, DOI:10.1080/09670874.2020.1842551
- 56** Akrofi AI, Appiah AA, Opoku IY (2003) Management of *Phytophthora* pod rot disease on cocoa farms in Ghana. *Crop Protection* 22:469-477.
- 57** Bailey BA, Ali SS, Akrofi AY, Meinhardt LW (2016). *Phytophthora megakarya*, a Causal Agent of Black Pod Rot in Africa. In: Bailey, B., Meinhardt, L. (eds) *Cacao Diseases*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24789-2_8
- 58** Ameyaw GA (2019) Management of the Cocoa Swollen Shoot Virus (CSSV) Menace in Ghana: The Past, Present and the Future. In: *Plant Diseases*. Ed. Snježana Topolovec-Pintari, DOI: 10.5772/intechopen.87009. <https://www.intechopen.com/chapters/68225>
- 59** Bateman, R P, Hidalgo E, García J, Arroyo C, Ten Hoopen MG, Adonijah V, Krauss U. (2005) Application of chemical and biological agents for the management of frosty pod rot (*Moniliophthora roreri*) in Costa Rican cocoa (*Theobroma cacao*). *Annals of Applied Biology*, 147: 129-138.
- 60** Laker HA. (1991). Evaluation of systemic fungicides for control of witches' broom disease of cocoa in Trinidad. *Tropical Agriculture* 68:119-124.
- 61** Durango WDC (2001) Evaluación de Fungicidas y Biocontroladores en el Manejo de Enfermedades de la Mazorca de Cacao. *Ingeniero Agrónomo thesis*: University of Guayaquil, Ecuador.
- 62** Crozier J, Arroyo C, Morales H, Melnick RL, Strem MD, Vinyard BT, Collins R, Holmes KA and Bailey BA (2015) The influence of formulation on *Trichoderma* biological activity and frosty pod rot management in *Theobroma cacao*. *Plant Pathology*, 64 (6), 1385-1395 Doi: 10.1111/ppa.12383
- 63** Entwistle PF (1972) *Pests of Cocoa*. Longman, London. 779 pp.
- 64** Sarfo JE (2013) Behavioural responses of cocoa mirids, *Sahlbergella singularis* Hagl and *Distantiella theobroma* Dist. (Heteroptera: Miridae), to sex pheromones. PhD thesis, University of Greenwich, 292 pp.
- 65** Adu-Acheampong R, Sarfo JE, Appiah EF, Nkansah A, Awudzi G, Obeng E, Tagbor P, Sem R (2015) Strategy for Insect Pest Control in Cocoa. *American Journal of Experimental Agriculture*. 6(6): 416-423.
- 66** Gerald BM (1965) *Bathycoelia thalassina* (Herrich-Schaeffer), (Hemiptera: Pentatomidae); a Pest of *Theobroma cacao* L. *Nature* 207, 881.
- 67** Mumford JD, Ho HS (1988) *Cocoa Growers*, *Bulletin*, No. 40, pp. 19-29.

- 68** Malaysian Cocoa Board (2013) Cocoa Planting Manua: Sustainable Cocoa. 107-112.
- 69** Bateman RP, et al. (2006) Screening, selection and application of chemical and biological control agents for the management of pod borer (*Conopomorpha cramerella*) and other cocoa pests in Indonesia. COPAL Proceedings, Costa Rica, October 2006.
- 70** Day RK, Mumford JD, Ho HS (1995) *Bulletin of Entomological Research* 85(1): 45-52.
- 71** Avicor SW, Adu-Acheampong, Awudzi GK (2022) Outbreak and Insecticide Susceptibility of Pod Feeding-larvae on Cocoa in Ghana. *Tropical Agricultural Science*, 45(1): 55-73. DOI: 10.47836/pjtas.45.1.04
- 72** Campbell C, Beilhe LB (2021) Cocoa Fruit Borer In: Technical Guidelines for the Safe Movement of Cacao Germplasm. Revised from the FAO/IPGRI Technical Guidelines No. 20 (Fourth Update, 2021) Eds End MJ, Daymond AJ, Hadley P. Global Cacao Genetic Resources Network (CacaoNet), Bioersivity International, Rome, Italy.
- 73** Cabezas OE, J.L. Gil JL, Gómez R, Dávila C, Morón S, Ramírez C (2017) Phytosanitary status in the production of cocoa (*Theobroma cacao*) in the region of Huánuco (Peru): Increase in the impact of *Carmentia foraseminis* Eichlin. International Symposium on Cocoa Research (ISCR), Lima, Peru, 13-17 November 2017, 2018, pp unpaginated
- 74** Gabriel Cubillos (2013) Compañía Nacional de Chocolates, Manual del Perforador de la Mazorca del Cacao. <https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2020/06/manual-del-perforador-de-la-mazorca-del-cacao.pdf>
- 75** FAO: <http://www.fao.org/docrep/x0039e/X0039E00.htm> (accessed on 2/11/2013).
- 76** FCC (2007) <http://www.cocoafederation.com/membership/superintendentschemefinal-english01.pdf>
- 77** Hinton HE, Corbet AS (1972) *Common insect pests of stored food products: a guide to their identification*. British Museum (Natural History), 62 pages
- 78** Hagstrum DW, Phillips TW, Cuperus G (2012) *Stored Product Protection*. Kansas State University: ISBN 978-0-9855003-0-6
- 79** Noppe H, Buckley S, Ruebsamen B (2012) Possibilities of Profume® gas fumigant for the commercial fumigation of stored cocoa beans in EU. In: Navarro S et al [Eds.] Proc 9th. Int. Conf. on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Antalya, Turkey. 15 – 19 October 2012, ARBER Professional Congress Services, Turkey pp: 379-383
- 80** Chaudry, MQ (2000) Phosphine resistance. *Pesticide Outlook*, 11: 88 - 91.
- 81** Anon. (19/4/2008) The new face of hunger. *The Economist* 387 (no 8576): 30-32.
- 82** FAO: <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/en/> (accessed on 2/11/2013).
- 83** Nauen R, Ebbinghaus-Kintscher U, Salgado VL, Kausmann M (2003) Thiamethoxam is a neonicotinoid precursor converted to clothianidin in insects and plants. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 76: 55-69.



EMPLEO DE PLAGUICIDAS EN EL SECTOR DEL CACAO

Guía Práctica - 4ª Edición, 2023
Roy Bateman (Dr) ; Jayne Crozier (Dr)

www.eurococoa.com
jointcocoaresearchfund.eu
www.icco.org

